LEHRBUCH DER ZOOLOGIE.

NACH MORPHOGENETISCHEN GESICHTSPUNKTEN

BEARBEITET VON

DR. A. FLEISCHMANN,

AO. PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN ERLANGEN.

LEHRBUCH

DER

ZOOLOGIE.

NACH MORPHOGENETISCHEN GESICHTSPUNKTEN

BEARBEITET VON

DR. A. FLEISCHMANN,

AO. PROFESSOR DER ZOOLOGIE IN ERLANGEN

MIT 400 ABBILDUNGEN UND 3 FARBENDRUCKTAFELN.

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1898.

Alle Rechte vorbehalten.

KÖNIGL. BAYER. BIBLIOTHEK BAMBERG

Druck der kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil.

Seite

I. Aufgabe und Umfang der Zoologie 3
II. Die Prinzipien der Einteilung 5
III. Die Leistungen der alten Anatomen und Physiologen im 16.—18. Jahrhundert 27
IV. Die Stilistik des Körperbaues 54
V. Die mikroskopische Anatomie 75
VI. Der Stoffwechsel des Tierkörpers 99
VII. Die histologischen Kenntnisse 116
VIII. Die Entwickelung der Tiere 137
IX. Das Leben und Treiben der Tiere 165
XII. Der moderne Zustand 187

Spezieller Teil.

Seite

1. Typus Vertebrata — Wirbeltiere 1
I. Der Bauplan der Wirbeltiere 1
II. Die Stütz- und Bewegungsorgane 9
III. Der Schädel 23
IV. Der Darm 39
V. Die Blutgefässe 60
VI. Das Nervensystem 71
VII. Das Auge 80
VIII. Die Haut 86
IX. Das Labyrinthorgan 95

Seite
X. Die Harn- und Geschlechtsorgane 101
XI. Die Entwickelung des Eies 115
XII. Systematische Übersicht 123
I. Klasse. Pisces — Fische 123
II. Klasse. Amphibia — Lurche 132
III. Klasse. Reptilia — Kriechtiere 136
IV. Klasse. Aves — Vögel 146
V. Klasse. Mammalia — Säugetiere 156

II. Typus Arthropoda — Gliederfüssler 165
I. Gruppe. Tracheata — Luftatmende Arthropoden 170
I. Klasse. Insecta — Kerfe 170
II. Klasse. Arachnoida — Spinnen 196
III. Klasse. Myriapoda — Tausendfüssler 206
IV. Klasse. Onychophora — Stummelfüssler 208
II. Gruppe. Branchiata — Wasseratmende Arthropoden 211
Klasse. Crustacea — Krebse 211
I. Unterklasse. Entomostraca 215
II. Unterklasse. Malacostraca 222

III. Typus Annelides — Gliederwürmer 233
I. Klasse. Chaetopoda — Borstenwürmer 236
II. Klasse. Hirudinea — Egel 243

IV. Typus Mollusca — Weichtiere 245
I. Klasse. Lamellibranchiata — Muscheln 249
II. Klasse. Scaphopoda 254
III. Klasse. Cephalopoda — Tintenfische 254
IV. Klasse. Gastropoda — Schnecken 261

V. Typus Echinodermata — Stachelhäuter 276
I. Klasse. Echinoidea — Seeigel 278
II. Klasse. Holothuria — Seewalzen 282
III. Klasse. Asteroidea — Seesterne 284
IV. Klasse. Crinoidea — Seelilien 287
V. Klasse. Cystoidea — Seeäpfel 289
VI. Klasse. Blastoidea — Knospenstrahler 289

VI. Typus Tunicata — Manteltiere 290
I. Klasse. Ascidia — Seescheiden 291
II. Klasse. Thaliacea — Salpen 292

VII. Typus Brachiopoda — Armfüsser 294

VIII. Typus Bryozoa — Moostierchen 296

IX. Typus Rotatoria — Rädertierchen 298

X. Typus Sipunculida — Sternwürmer 300

Seite

XI. Typus Nemathelminthes — Rundwürmer 301

I. Klasse Nematodes — Fadenwürmer 301
II. Klasse. Acanthocephali — Kratzer 305

XII. Typus Nemertina — Schnurwürmer 306

XIII. Typus Plathelminthes — Plattwürmer 308

I. Klasse. Turbellaria — Strudelwürmer 309
II. Klasse. Trematodes — Saugwürmer 311
III. Klasse. Cestodes — Bandwürmer 316

XIV. Typus Coelenterata — Pflanzentiere 322

I. Klasse. Hydrozoa 326
II. Klasse. Scyphozoa 334
III. Klasse. Ctenophora — Rippenquallen 343

XV. Typus Spongia — Schwämme 345

XVI. Typus Protozoa — Urtiere 348

I. Klasse. Sarcodina — Sarcodetierchen 351
II. Klasse. Flagellata — Geisseltierchen 356
III. Klasse. Sporozoa — Sporentierchen 357
IV. Klasse. Infusoria — Aufgusstierchen 358

Die Stammesgeschichte der Tierwelt 362

Vorwort.

Das wissenschaftliche Gebäude der Zoologie hat einen völligen Umbau erfahren, seit die Charakteristik der Tiere nicht ausschliesslich auf das geschlechtsreife Individuum bezogen, sondern der ganze Cyklus der Formveränderungen des Körpers während der individuellen Lebensdauer jeder Art berücksichtigt wird. Erst dadurch, dass die Vergleichung weniger den fertigen Zustand, als seinen Anfang und die Fortbildung bis zur Vollendung ins Auge fasste, sind befriedigende allgemeine Resultate erzielt und das Wesentliche des Bildungsstiles tierischer Formen klar gestellt worden. Die heute weit geförderte Kenntnis der tierischen Entwickelungsphasen hat uns in den Stand gesetzt, der für den ersten Augenschein diagnostisch zwar sehr wichtigen, aber für den Ausbau des wissenschaftlichen Systemes weniger bedeutungsvollen „äusseren Merkmale im Linnéschen Sinne", zu entraten und auf Grund der einfachen am Beginne des Lebens erscheinenden Formen die grösseren systematischen Kreise zu begrenzen, d. h. morphogenetisch gut bestimmte Gruppen zu bilden.

Diese Resultate dem Jünger, der in die zoologische Wissenschaft eingeführt werden will, in kurzer und klarer Fassung vorzuführen, ist in dem vorliegenden Lehrbuche versucht worden. Der Verfasser ist dabei seine eigenen Pfade gewandelt, um die Schwierigkeiten zu umgehen, welche, wie jeder Lehrer erfährt, dem Anfänger aus dem Studium der Entwickelungsgeschichte erwachsen. Denn kaum vertraut mit dem anatomischen Bau des geschlechtsreifen Tierkörpers vermag der Schüler nicht, die frühen morphogenetischen Vorgänge, welche auf den fertigen Zustand hinzielen, logisch mit dem letzteren zu verknüpfen und wird so des aufklärenden Nutzens einer „entwickelnden" Darstellung beraubt. Darum habe ich streng vermieden, die Vorstellung des Anfängers, als seien Anatomie und Entwickelungsgeschichte in der That gesonderte Disziplinen — eine Vorstellung, welche durch die getrennten Vorlesungen und Lehrbücher über jene

Wissenszweige so leicht genährt wird — durch meine Darstellung zu unterstützen. Unverbrüchlich habe ich die zuerst durch physiologische Untersuchungen begründete Anschauung von der Wandelbarkeit aller organischen Gebilde als leitendes Prinzip für die Schilderung der formalen Eigenschaften der Tiere fest gehalten und allen Abschnitten des Buches den Stempel der genetischen Morphologie aufgedrückt.

Deshalb ward die Beschreibung des fertigen Zustandes, dessen genaue Kenntnis aus naheliegenden Gründen die unentbehrliche Voraussetzung ist, seine Genese zu begreifen, so abgefasst, dass in der Disposition der Thatsachen die genetische Reihenfolge der embryonalen Entwickelung klar berücksichtigt ist. Andererseits wurden die kurz dauernden Phasen der morphologischen Umbildung des Tierkörpers so charakterisiert, dass der Leser stets an das Endziel des Vorganges erinnert werde. Die angewandte Methode erforderte folgerichtig, den Nachdruck, mehr als es sonst wohl geschieht, auf den feineren durch das Mikroskop enthüllten Bau der Organe zu legen und auch die histologische Struktur derselben, wo es anging, anzudeuten, weil gerade die Kenntnis dieser Thatsachen die wichtige Vorbedingung für das Verständnis ontogenetischer Vorgänge ist.

Die Thatsachen werden dadurch dem Studierenden in einer Weise vorgeführt, welche in ihm die lebendige Vorstellung erwecken soll, dass die als Inhalt der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte geordneten Kenntnisse von einem gemeinsamen höheren Gesichtspunkte aus, den man als Morphologie im weitesten Sinne oder Morphogenie bezeichnet, beurteilt werden müssen. Dieser Gang der wissenschaftlichen Erziehung führt ihn, wie mir dünkt, mühelos in die modernen Verbindungen wissenschaftlicher Begriffe ein und bereitet ihn sicher auf das Studium grösserer Lehrbücher der Entwickelungsgeschichte vor. Zugleich entspriesst der Methode der Vorteil, dass die gemeinsamen Formeigenschaften grosser Gruppen besser zusammengefasst und die Detailschilderung kompendiöser gestaltet werden kann.

Die Art meines Standpunktes zwang mich häufig, manche Verhältnisse in einer ungewohnten Fassung zu schildern, um die jedem Typus gemeinsamen Eigenschaften in schärfere Beleuchtung zu stellen. Doch ich hoffe, dass man bei genauerer Erwägung der Thatsachen meinem Vorgehen die Berechtigung nicht versagen wird.

Freilich sind viele an und für sich wichtige Einzelthatsachen nicht erwähnt und nur die durchgreifenden Formgesetze ausführlich besprochen worden. Allein dem Tadel dieses Beginnens möchte ich

die Überzeugung entgegenstellen, es sei dem Studierenden besser gedient, wenn er zuerst die allgemeinen wichtigen Resultate kennen lerne, welche hervorragende Männer des Faches aus dem mühsamen Studium zahlloser Einzelfälle abgeleitet haben. Denn die Beherrschung der Detailangaben kann nur die Frucht einer lange währenden Beschäftigung mit denselben sein und die Erkenntnis, dass unsere Verallgemeinerungen für eine beschränkte Anzahl von Fällen, nicht für alle ohne Ausnahme giltig seien, erwächst erst aus dem tieferen Eindringen in das wissenschaftliche Gebiet.

Die fundamentalen Thatsachen und Prinzipien aller zoologischen Disziplinen: der Systematik, Anatomie, Physiologie, mikroskopischen Anatomie, Histologie, Entwickelungsgeschichte und Biologie sind in den einführenden Kapiteln des allgemeinen Teiles mittels historischer Darstellung entwickelt, weil ich der Überzeugung bin, dass die Kenntnis der Gedanken und Versuche, mit welchen hervorragende Männer ihrer Zeit sich beschäftigen mussten, um aus der Gewalt der Fabeln und Vorurteile zur nüchternen Erkenntnis der Thatsachen zu gelangen, dem Anfänger die beste logische Schule darbietet, ihm die Methode der wissenschaftlichen Behandlung klar zu machen; denn derselbe befindet sich ja in einer längst vergangenen Zuständen ähnlichen Lage und muss sich durch eigene Thätigkeit von falschen Vorurteilen befreien! In unserer Zeit, wo eine unbegründete Überschätzung der naturwissenschaftlichen Ergebnisse Platz gegriffen hat, hielt ich es ferner für eine Pflicht, den angehenden Jünger mit dem verschlungenen Wege vertraut zu machen, der zum modernen Besitze der Naturerkenntnis führte, damit er auf die Lücken und Fehler des jetzigen wissenschaftlichen Gebäudes aufmerksam werde und ein bescheidenes Urteil über moderne theoretische Ansichten fällen lerne.

Da hauptsächlich pädagogische Gesichtspunkte die Auswahl und Gruppierung des geschichtlichen Stoffes leiteten, darf man keine historisch-kritische Schilderung erwarten, die nur dem Fachmanne, nicht dem Anfänger förderlich wäre.

Dass ich die wichtigen Prinzipien hauptsächlich am Beispiele des Menschen geschildert habe und von der Beiziehung verschiedenartiger Beispiele aus der Tierwelt abstand, ist durch die Thatsache motiviert, dass genaue Angaben über die Lebensvorgänge in Mass und Zahl nur für den Menschen (und wenige andere Tiere) feststehen und dass die grössere Hälfte derjenigen, welche ein Lehrbuch der Zoologie in die Hand nehmen, sich aus den Studierenden der Medizin rekrutieren, die leicht von ihnen bereits vertrauter gewordenen Verhältnissen zu den unbekannten Thatsachen geleitet werden.

In den der Systematik gewidmeten Abschnitten wollte ich nicht einen Leitfaden für systematische Studien geben — wie vermöchte ein armseliger durch den Raum fast zur Ungenüge beschränkter Auszug die grossen systematischen Werke zu ersetzen! —, sondern dem Anfänger nur an einigen meist leicht zugänglichen Beispielen zeigen, welch mannigfache Kombinationen in der Form, Ordnung und Thätigkeit der Körperorgane in der lebenden Natur verwirklicht sind, damit er den den thatsächlichen Verhältnissen gegenüber noch unzureichenden Charakter unserer allgemeinen Lehren erkenne. Wer tiefer in das Gebäude der wissenschaftlichen Zoologie eindringen will, darf die Mühe eigener Sammelthätigkeit, den fleissigen Besuch der Museen und das Studium ausführlicher Werke nicht scheuen. Nur selbständige Betrachtung der natürlichen Objekte und wiederholte Nachprüfung wird zum höheren Ziele führen. Die Fassung des vorliegenden Buches setzt deshalb stets voraus, dass dem Leser die beschriebenen Verhältnisse sei es im Hörsaale oder Museum, sei es im Laboratorium eingehend demonstriert werden und dass er sie unter persönlicher Leitung des Lehrers genau studieren lernt; denn am Beginne exakter Naturstudien ist dem Anfänger das lebendige Wort und die direkte Anleitung des Lehrers ganz unentbehrlich.

Erlangen, 1. Oktober 1897.

Der Verfasser.

Allgemeiner Teil.

I.

Zoologia scientia omnium amplissima ob tot tantaque obiecta!

Linné.

Die Zoologen erwerben sich durch Beobachtung vermittelst der Sinnesorgane und der diese verschärfenden Instrumente die Kenntnis der Tierwelt und sichten alles Wissen, welches die äussere Erscheinung, den Körperbau, die Thätigkeit der Körperteile, die Vermehrung und Entwickelung der Nachkommen, die Lebensgewohnheiten und Beziehungen der Tiere zur umgebenden belebten und unbelebten Welt und ihre Verbreitung in Raum und Zeit betrifft. Nachdem dieser Erfahrungsschatz durch die fleissige Arbeit vieler Menschengenerationen sich mächtig angehäuft hatte, wurde er in einem wissenschaftlichen Systeme so geordnet, dass er mit Ersparung an geistiger Arbeit leicht übersehen und mitgeteilt werden kann, indem die Menge der Thatsachen in mehrere Unterabteilungen geschieden und innerhalb derselben wiederum kleinere Gruppen übersichtlich zusammengefasst wurden. Da ein einzelner Mann nicht vermag, die besonders in den letzten 150 Jahren angewachsene und noch stetig zunehmende Fülle von Erfahrungsthatsachen gleichmässig zu umfassen und durch selbständige Forschung zu erweitern, haben die Jünger der Zoologie Aufmerksamkeit und Schaffenskraft einzelnen Gebieten zugewandt, um durch Beschränkung auf ein enger begrenztes Arbeitsgebiet reiche Resultate zu fördern. Man unterscheidet:

1. Die Morphologen. Sie sammeln alle Thatsachen über den Bau des reifen Tierkörpers und die Gestalt (μορφή) seiner Teile. Sie beginnen mit der einfachen Beschreibung der Plastik, studieren die Lagebeziehungen der Organe und stellen das Gemeinsame der Formbildung fest, indem sie die mannigfaltigen Einzelfälle vergleichen.

2. Die Embryologen ergänzen die Ergebnisse der Morphologen, indem sie die im Ei- und Jugendzustande eintretenden Veränderungen des Körper-

baues erforschen. Damit klären sie die Folge der Formzustände auf, welche während der Entwickelung eines tierischen Keimes auftritt und die anfänglich einfache Masse lebender Substanz des Eies in den Körper eines fortpflanzungsfähigen Tieres verwandelt.

3. Die Physiologen erweitern die von den vorher genannten Forschern festgestellten Kenntnisse, indem sie die Lebenserscheinungen des Tierkörpers studieren. Durch das Experiment verfolgen sie die Veränderungen, welche die Organe während ihrer Thätigkeit erfahren und vergleichen diese mit entsprechenden Vorgängen in der unbelebten Natur. Sie untersuchen die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Tierleibes, die Art der ihn aufbauenden Verbindungen, die chemische Beschaffenheit seiner Nahrungsmittel und Ausscheidungen.

4. Die Biologen entwerfen ein Bild von der Lebensführung jedes Tieres, von seiner Thätigkeit, dem Aufenthalte und den geographischen Grenzen seines Wohnbezirkes, kurz von all den Beziehungen, welche lebendige Wesen zu ihrer lebenden oder toten Umgebung zeigen.

5. Die Palaeontologen bemühen sich, die dürftigen fossilen Reste der ausgestorbenen Arten zu sammeln und auf Grund des Vergleiches mit lebenden Formen ein Bild der tierischen Bevölkerung in früheren Perioden der Erdgeschichte zu rekonstruieren.

Deshalb erscheint die Zoologie dem Fernerstehenden in viele Disziplinen gespalten, die den Rang selbständiger Wissenschaften besitzen. Allein eine solche Auffassung entspricht nicht dem wahren Thatbestande. Denn wer die Kenntnis der zoologischen Wissenschaft zu erreichen trachtet, darf nicht einen einzelnen Zweig derselben ausschliesslich betreiben, sondern muss zugleich alle Schwesterdisziplinen eingehend studieren, weil eine Gruppe von Kenntnissen erst dann bildenden Wert erlangt, wenn man aus ihnen im Zusammenhalt mit den Ergebnissen anderer Gruppen ein grosses allgemeines Bild von der Mannigfaltigkeit im tierischen Leben und Weben zu gestalten strebt.

Das grossartige Gebäude der modernen Zoologie ist langsam aufgerichtet worden. Denn man musste mühselig lernen, die rechte Methode der Arbeit zu finden und die wichtigen Thatsachen richtig zu verbinden. Dem Wege dieser historischen Entwickelung wollen wir nun folgen.

(In den folgenden Kapiteln sind diejenigen Ansichten, welche der schärferen Kritik späterer Forschung nicht standgehalten haben und deshalb verworfen werden mussten, durch Druck in *Cursivlettern* hervorgehoben.)

II.

Die Prinzipien der Einteilung.

Filum ariadneum est systema, sine quo chaos. Linné.

Wie die Jugend ihre Freude an der Natur zuerst durch das Zusammentragen von Naturalien bekundet, hat auch die zoologische Wissenschaft damit begonnen, dass Körperteile jagdbarer Tiere aufbewahrt, lebende Individuen in Gefangenschaft gehalten, die Nachrichten über ihr Aussehen, Vorkommen, Lebensweise und praktischen Nutzen besprochen wurden. Beobachtungen von Hirten und Jägern bildeten den Anfang der Wissenschaft. Sie wurden durch Gespräche anderen mitgeteilt und vererbt. Darum haben die Sprachgesetze von vornherein den Charakter der zoologischen Kenntnisse wesentlich beeinflusst. Denn jede Erzählung geschieht in Worten, die, mögen sie konkret oder abstrakt sein, niemals ein besonderes Ding bezeichnen, sondern als Klangbilder allgemeiner Begriffe eine grosse Zahl ähnlicher Gegenstände zusammenfassen. Die Sprache fordert die Einordnung der beobachteten Thatsachen in die Grenzen eines Wortbegriffes.

Für die zoologische Wissenschaft ist hauptsächlich der Begriff: Art, Tierart — Species bedeutungsvoll geworden. Von den tierischen Individuen, welche Wald und Weide beleben, stimmt eine grosse Zahl in Form und Eigenschaften so sehr überein, dass unser Sprachgefühl sie mit einem charakteristischen Namen belegt und als gleichwertige Vertreter einer Tierart, z. B. Hund, Pferd, Igel, zusammenfasst. Solche Namen (kurze Klangzeichen, um die Merkmale einer Artgruppe vor das geistige Auge zu rufen) bezeichnen nicht wenige Tiere, sondern begreifen die ungeheure Summe aller gleichartigen Individuen in sich.

Die Sprache enthält ausserdem Bezeichnungen, welche mehrere Artgruppen vereinen, z. B. Vogel, Schlange, Fisch, Wurm. Sie deuten sehr viele oft recht verschieden aussehende Tiere an, welchen nur wenige Eigenschaften gemeinsam sind; wenn wir z. B. den Adler, den Pelikan, die Ente, den Storch,

das Huhn, den Papagei, die Nachtigall, die Drossel „Vögel“ nennen, sagen wir nur aus, dass sie alle einen befiederten auf zwei Beine gestellten Körper, einen Schnabel haben, des Fluges mächtig sind und aus Eiern gebrütet werden.

Unabsichtlich schafft die Notwendigkeit, jede Beobachtung in das Gewand der Sprache zu kleiden, eine gewisse Ordnung derselben in Gruppenbegriffe von engerem oder weiterem Umfange, so dass der engere Begriff z. B. „der Adler“ als ein Glied des umfassenderen Begriffes: „Vogel“ letzterem untergeordnet ist. „In jeder Sprache liegt eben eine natürliche Systematik der Naturkörper (Schleiden).“

Aber dieser Systematik haftet der schwere Übelstand an, dass sie ungenaue und schwankende Grenzen hat. Wer sich nicht eingehend mit Naturgeschichte beschäftigt, verwendet statt der konkreten Tiernamen viel lieber die allgemeinen Bezeichnungen und nennt z. B. die uns störenden Insekten kurzweg Schnaken und Fliegen. Die Leichtigkeit, mit welcher der ungenügend geschulte Mensch irgend einem Tiernamen eine allgemeinere, wenig oder ganz schlecht bestimmte Bedeutung verleiht, macht die Grenzen der Wortbegriffe recht unklar und führt die gänzliche Vernachlässigung derselben in der gewöhnlichen Rede herbei. So haben viele Worte mehrfache und verschiedene Bedeutung und man gebraucht z. B. das Wort: Maus, Mus, μῦς, (sct. mūsh — Dieb) sowohl um die Art: „Hausmaus“, als auch um überhaupt kleine flinke vierfüssige Tiere zu nennen, und der Pluralis „die Mäuse“ bezeichnet seltener viele Individuen der Hausmaus, öfters mehrere teils ähnliche, teils grundverschiedene Tierarten, wie die Feld-, Hasel-, Haus-, Spitz-, Spring-, Stachel-, Wald-, Woll-, Wurzel-, Zwergmaus.

Noch weniger bestimmt sind die allgemeinen Gattungsbegriffe. Das Wort „ferae — die wilden Tiere“ kann die frei lebenden Tiere (Gegensatz: die Haustiere) oder die reissenden, die Raubtiere bedeuten; „pecus“ das Kleinvieh im allgemeinen, die Schafe im besonderen, oder eine Herde von Haustieren ohne Unterschied.

Commenius fasst den Esel, den Maulesel, das Pferd, das Kamel, den Elefanten mit dem Worte: „Lastvieh — Iumenta “zusammen; er nennt das Krokodil, den Biber, die Fischotter, den Frosch, die Kröte, die Schildkröte „Amphibien, d. h. Tiere, die auf der Erde und im Wasser leben“; die grosse Waldschlange, die Natter, die Otter, die Blindschleiche, die Eidechse, den Salamander, den Drachen, den Basilisken, den Skorpion „Schlangen und Gewürm“.

Im Laufe der Geschichte ändert sich ferner die Bedeutung vieler Wörter: z. B. „Gaul“, ursprünglich ein männliches Tier, gewinnt im 15. Jahrhundert die Bedeutung: schlechtes Pferd. „Imme“ — der Bienenschwarm bezeichnet erst im Mittelhochdeutschen die einzelne Biene. „Otter“ — das Wassertier (hydra) wird später auf Schlangen beschränkt. „Wurm“ allgemein die kriechenden Tiere: Schlangen (Lindwurm; die schlangenähnliche Blindschleiche wird heute noch Haselwurm genannt), ferner Insektenlarven (Kornwurm, Drahtwurm) deckt sich noch heute nicht mit dem zoologischen Begriffe: Wurm.

Der schwankende Umfang aller Wortbegriffe der Sprache hat notwendigerweise viele falsche Ansichten erzeugt, weil dem naiven Denken des Volkes oberflächliche Ähnlichkeiten genügen, durchaus verschiedenen Tieren den gleichen Namen zuzusprechen. Als die Römer während des Krieges mit Pyrrhus zum erstenmale Elefanten erblickten, nannten sie die Tiere, denen man in Lukanien begegnet war, Lukanische Ochsen — Luca bos. Unsere Sprache nennt den Schmetterling — Sommer„vogel", die Raupe des Seidenspinners — Seiden„wurm", die grossen Wassersäugetiere — Wal„fische" und reiht sie wegen der falschen Wahl des Namens unrichtigen Gruppen ein.

So macht das sprachliche Kleid der zoologischen Beobachtungen eine lange kritische Arbeit notwendig, um die Gruppenbezeichnungen schärfer zu umgrenzen und bei der unablässigen Veränderung der Wortbegriffe, deren Umfang und Inhalt sich der zunehmenden Kenntnis der Thatsachen anpassen muss, eine feste unverrückbare Grundlage der Verständigung zu schaffen. Auch das gegenseitige Verhältnis der Gruppenbegriffe muss klar bestimmt werden, indem sorgfältig zu prüfen ist, ob alle einem allgemeinen Begriffe wie Fisch, Amphibium, Wurm eingereihten Gegenstände wirklich mit Recht zusammengefasst wurden. Diese Aufgabe ward anfangs nur wenigen klar denkenden Männern bewusst; die Gesamtheit der Naturforscher hat spät erst die scharfe Definition der Begriffe konsequent durchgeführt.

Der Genuss der Naturbeobachtung und die selbstgenügende Freude am Vertrautsein mit der Natur förderte zunächst nur die thatsächlichen Kenntnisse, welche untermischt mit vielen Fabeln von einzelnen (Plinius) schriftlich gesammelt wurden. Dadurch entstanden neue Schwierigkeiten, die nur langsam behoben wurden. Die Wahrheit und die Gründlichkeit der Berichte lässt sich schwer prüfen, vor 2000 Jahren schwerer als heutzutage, weil alle Kunde mündlicher Überlieferung zu entnehmen, Sammlungen und Demonstrationen selten oder schwer zugänglich waren. Mündlichen Berichten aber haften arge Unzulänglichkeiten an. Es ist nicht jedermanns Sache, den sinnlichen Eindruck einer Tiergestalt oder einer Lebensscene in verständlicher Beschreibung wiederzugeben; individuelle Liebhabereien des Berichterstatters, verfehlte Betonung nebensächlicher Kleinigkeiten, subjektive Färbung der angewandten Wörter erschweren das Verständnis; der Stammesdialekt, die fremde Sprache legen Missverständnisse nahe, weil oftmals die gleichen Gegenstände mit abweichenden Namen bezeichnet werden; ferner lässt die Sucht nach Sensation viele Lügen wahr erscheinen.

Die Klärung der Irrtümer erfolgte nur langsam, weil der Austausch der Beobachtungen und verschiedenartigen Ansichten schwerfällig war. Was einem Lande alltägliche Erfahrung ist, kannte das andere nur als dunkle Mär vom Hörensagen. Die Menge des Stoffes wuchs unablässig, jede Handelsreise, jeder Kriegszug spendete neue Bausteine, bis die Zunahme des beobachteten Materiales es fast unmöglich machte, den gleich einer Kuriositäten-

sammlung angehäuften Stoff zu beherrschen. Der einfache Ausweg, alle Nachrichten und Angaben nach gemeinsam angenommenen Regeln registratorisch zu ordnen, ward auffallender Weise sehr spät betreten. Im Niedergange des klassischen Altertumes ist der hervorragende Versuch des Aristoteles vergessen worden und damit das Bedürfnis nach einer rationellen Ordnung der Tierkenntnisse geschwunden. Bis tief in das Mittelalter dauerten die Missstände, ohne dass sich die Fachmänner derselben klar bewusst waren.

Die Gelehrten des Mittelalters bemühten sich wohl, die Summe der zoologischen Erfahrung vollständig zusammenzutragen, allein pedantische Anlehnung an die Werke der alten Autoren und die Schwierigkeit des mündlichen oder schriftlichen Meinungsaustausches vergällte den Erfolg ihrer müheseligen Arbeit. Indem sie die Kompilation sämtlicher Litteraturangaben über Aussehen, Lebensweise, Vorkommen, Nutzen, Schaden, Heilkraft, Fang, Zähmung der Tiere, über die Etymologie und Synonymik ihrer Namen, über die mystische, symbolische und moralische Bedeutung, die Rolle der Tiere in Wundergeschichten, Fabeln und Sprichwörtern als die alleinigen Aufgaben des naturwissenschaftlichen Schriftstellers beobachteten, verloren sie fast die Einsicht, dass die Naturkenntnis sich auf direkte Beobachtung gründet und durch kritiklose Nacherzählung niemals gefördert werden kann.

Die damals als Denkmal wissenschaftlicher Arbeit aufrichtig angestaunten Werke von Konrad Gesner, Historia animalium (1551, 1554, 1555, 1558), Ulisses Aldrovandi, Ornithologia (1599, 1660, 1603), Johannes Jonstonus, Theatrum universale omnium animalium (1650—1653) sind unkritische Register von Angaben älterer Erzähler mit zögernden Versuchen, dieselben durch Prüfung des natürlichen Objektes richtig zu stellen. Ein kurzer Auszug aus Gesners Beschreibung der Hauskatze mag das bezeugen:

„Felis animal est familiare ac domesticum, omnibus notum: vulgo catus nominatur. Catum Iudaei vocant catul et schanar. Graece αἴλουρος dicitur et κάπλης et vulgo hodie apud Graecos κάτις, Italice gatta, gatto, Hispanice gato, gata, Gallice chat, Germanice katz, Anglice cat, Illyrice koczka etc.

Felis figura similis est leoni aut leaenae potius, unguibus ac dentibus similiter instructa: sed auriculas acutiores feles habet, leaena rotundiores. Domestici cati diversos habent colores, sylvestres omnes griseum (id est cinereum), Albertus. Ex felibus domesticis quaedam albae sunt, aliae rufae, aliae variae, Sipontinus. Oculi catorum noctu lucent, non sine terrore intuentium, praesertim ex improviso. Oculi felis carbunculosi tam acute cernunt, ut in cavernis etiam tenebrosis, tanquam in luce, mures conspiciant, Albertus et alius author obscurus. Dentes cati serratos habent et pilos (Albertus barbara voce granones vocat) circa os, quibus abscissis audaciam perdunt, Albertus et alius author obscurus. Ungues eis hamati, ut leonibus et vaginis reconditi. Catus animal est velox, scandendo, reptando, saliendoque: mirae agilitatis. Valde mordax, Albertus. Diversa murium genera et aves venantur et ideo naturae beneficio etiam in tenebris cernunt. Vescuntur iisdem quibus canes, Aristot. Valde intemperantes

sunt circa cibum, eiusque gratia non raro pericula subeunt, Albertus. Focos, fornaces et loca calida diligunt, unde pilos saepe adurunt. Pure et molliter cubare gaudent. Libidinis tempore, mares praecipue efferantur: nostri vocant ramlen. Cati per libidinem accenduntur et domibus suis relictis vagantur: vel ut Alberto placet, solitudinem petunt, quasi prae verecundia homines relinquant: propria tum eis et dira vox est. Feles coëunt mare stante, femina subiaciente, Plinius. Tot numero pariunt quot canes, Aristoteles. Apud nos binos aut ternos, ut plurimum quaternos, interdum singulos. Parit canis (inquit Aristoteles) duodecim complurimum, sed magna ex parte quinque; aut sex unum etiam aliquem peperisse certum est. Vulgare dictum est, catas cum dolore concipere, sine dolore parere. Nuper enixae, canes fugant, et saepe inequitantes per gradus et scalas aedium expellunt. Praefertur foetus Martio mense editus: Augusto mense propter pulices minus probatur. Uterum gerunt catae, ut audio, dies quinquaginta sex. Vivunt circiter annos sex, Aristoteles. Vivunt annis senis, Plinius. Apud nos fere annis decem castratos diutius vivere crediderim. Furioz (id est felis) prorsus intemperans circa cibum est et brevis vitae propter excessum suae corruptionis, Albertus. Ab omni tetro odore feles abhorrere dicuntur, eamque ob causam excrementa sua in terram occultant, Aelianus. Volaterranus addit, ne a praetereunte premantur: Plinius causam dicit, ne odore prodatur, muribus nimirum. Obruunt autem ea posterioribus pedibus. Hominis sibi familiaris manu leviter contrectari catus et molliter per caput dorsumque demulceri gaudet: qua quidem voluptate ut fruatur prolixius, ire ac redire sub manus subinde solet. Cruribus etiam praetereuntium tanquam adblandiendo latera affricat, secundo semper pilo praeteriens revertensque. Hanc autem voluptatem animi, remissionem, submisso murmure quodam et continuato oris occlusi rhoncho testatur. Facillimus et proclivis ad ludos est, non solum cum provocatur ad eos, sed etiam sua sponte, praesertim aetate adhuc tenera. Si quid pendere aut trahi, aut aliter moveri viderit, mox assultat, mordicat ore, ferit unguiculis, resilit, insidiatur, prosilit, invadit, rapit, proiicit, iterum arripit et multis mirisque modis gesticulatur: ut pueri et otiosi homines plurimum saepe voluptatis colludendo capiant. Madidus aqua tantopere laeditur, ut nisi cito siccetur, vitam morte non raro commutet, Albertus. Felis animal verecundum est et formae studiosum, Albertus. Puritati et levori sive aequabilitati pilorum adeo studet, ut subinde se lambat et comat, in quem usum et flexibile corpus prae mollitie et linguam asperam habet. Pellem totam lambendo complanat, Albertus. Loturam faciei lambendo prioribus pedibus imitatur, Author obscurus. Nomina sua agnoscunt, quae quidem a Germanis diversa eis imponuntur. Auribus abscissis, facilius domi remanent, quod guttas auriculis apertis illabentes sustinere non possint, Albertus. Fera omnia animalia cicurantur, si statim ubi nata sunt lacte humano lactetur a muliere aut quod facilius est, canino. Sic etenim feles discunt amare dominum, nec secus ac canes blandiri illi atque eum comitari, Cardanus".

„Die Katze ist ein einheimisches, allen bekanntes Haustier: sie wird allgemein catus genannt, die Juden nennen sie שנר כתול. Im Griechischen heisst sie *αἴλουρος* und *κάπλης*, bei den modernen Griechen *κάτις*, italienisch gatta, gatto, spanisch gato, gatta, französisch chat, deutsch Katze, englisch cat, illyrisch koczka etc.

Die Katze gleicht an Gestalt einem Löwen oder vielmehr einer Löwin, sie ist in ähnlicher Weise mit Krallen und Zähnen versehen; aber die Katze

hat spitzere Ohren, die Löwin rundliche. Die Hauskatzen sind verschieden gefärbt, alle Waldkatzen sind grau, Albertus. Unter den Hauskatzen sind etliche weiss, andere rothaarig, andere verschiedenfarbig, Sipontinus. Die Augen der Katzen leuchten bei Nacht und erschrecken so, zumal wenn es unerwartet geschieht, den Beobachter. Mit ihren funkelnden Augen sehen sie so scharf, dass sie selbst in dunkeln Höhlen wie im Lichte die Mäuse erblicken, Albertus und ein anderer unbekannter Autor. Die Zähne sind sägeförmig (spitzhöckerig) und um das Maul stehen Haare (Albertus nennt sie mit einem fremden Worte granones); werden diese abgeschnitten, so verlieren die Tiere ihren Mut, Albertus und ein anderer unbekannter Autor. Ihre Krallen sind hakenförmig und wie bei den Löwen in Scheiden geborgen. Die Katze ist ein behendes Tier, im Klettern, Kriechen und Springen von wunderbarer Beweglichkeit. Sehr bissig, Albertus. Sie machen Jagd auf die verschiedenen Mäusearten und auf Vögel und sehen daher infolge einer besonderen Begünstigung der Natur auch im Finstern. Sie fressen das Gleiche, was die Hunde fressen, Aristot. Sie sind sehr unenthaltsam im Fressen und kommen deshalb nicht selten in Gefahren, Albertus. Sie lieben Herde, Öfen und warme Plätze, weshalb sie oft den Pelz anbrennen. Sie liegen gerne rein und weich. Zur Zeit der Brunst (wir nennen es „rammeln") werden vorzugsweise die Männchen wild; sie werden stark aufgeregt, verlassen die Häuser und schweifen umher, oder sie suchen, wie Albertus meint, die Einsamkeit, wie wenn sie aus Schamhaftigkeit die Menschen flöhen. Ihre Stimme ist dann eigenartig und grausig. Bei der Begattung steht das Männchen, das Weibchen liegt, Plinius. Sie bringen so viele Junge wie die Hunde zur Welt, Aristoteles. Bei uns zwei oder drei, höchstens vier, bisweilen eines. Wie Aristoteles angiebt, gebiert der Hund höchstenfalls zwölf Junge, meistenteils fünf; aber es ist sicher, dass einer einmal sechs geboren hat. Es ist eine gemeine Rede, dass die Kätzinnen mit Schmerzen empfangen und ohne Schmerzen gebären. Haben sie geboren, so jagen sie die Hunde in die Flucht und treiben sie, oft auf ihnen reitend, über die Stufen und Treppen der Häuser hinaus. Man zieht den Märzwurf vor, der Augustwurf wird wegen der Flöhe weniger geschätzt. Sie tragen, wie ich höre, 56 Tage. Sie leben ungefähr sechs Jahre, Aristoteles. Ihr Leben währet sechs Jahre, Plinius. Ich möchte glauben, dass bei uns Kastrierte fast zehn Jahre und länger leben. Furioz (das heisst Katze) ist völlig unenthaltsam im Fressen und kurzlebig wegen ihrer Ausschweifung, Albertus. Sie sollen jeden garstigen Geruch verabscheuen, und deshalb ihren Kot in der Erde verbergen, Älianus. Volaterranus fügt hinzu, dass er nicht zertreten werde; Plinius betrachtet als Grund, dass sie nicht durch den Geruch verraten werden, wenigstens den Mäusen. Sie überdecken ihn mit den Hinterfüssen. Die Katze liebt es, sich von einem ihr bekannten Menschen graulen und weiche über Kopf und Rücken streicheln zu lassen; um dieses Vergnügen reichlicher zu geniessen, pflegt sie unter den Händen wiederholt hin und her zu gehen. Wie um sich anzuschmeicheln, reibt sie ihre Flanken auch an den Beinen der Vorübergehenden immer nach dem Striche der Haare vor- und zurückgehend. Ihre Herzenslust und Erquickung bezeugt sie durch ein dumpfes Murmeln und fortgesetztes Schnurren bei verschlossenem Munde. Zum Spielen ist sie sehr geneigt und gewandt, nicht nur, wenn sie dazu veranlasst wird, sondern auch aus eigenem Antriebe, besonders im jugendlichen Alter. Wenn sie etwas hängen oder ziehen, oder anderswie bewegen sieht,

springt sie rasch zu, beisst mit dem Maule danach, fasst es mit den Krallen, springt zurück, legt sich auf die Lauer, springt vor, stürzt darauf los, reisst es an sich, wirft es vor, ergreift es wieder und geberdet sich auf mannigfache wunderliche Weise, dass Kinder und müssige Menschen oft sich das grösste Vergnügen bereiten, indem sie mit ihnen spielen. Wird sie mit Wasser begossen, so greift sie das so an, dass sie nicht selten stirbt, wenn sie nicht rasch abgetrocknet wird, Albertus. Die Katze ist scheu und legt auf ihr schönes Aussehen Wert, Albertus. Sie hält auf Reinheit, Glätte und Gleichmässigkeit der Haare so sehr, dass sie zu wiederholten Malen sich leckt und kämmt, zu welchem Zwecke sie einen schmiegsamen weichen Körper und eine rauhe Zunge hat. Sie glättet ihr ganzes Fell durch Lecken, Albertus. Das Waschen des Gesichtes ahmen sie nach durch Lecken mit den Vorderpfoten, ein unbekannter Autor. Sie verstehen ihren Namen, wenigstens die verschiedenen Namen, welche ihnen von den Deutschen gegeben werden. Schneidet man ihnen die Ohren ab, so bleiben sie leichter zu Hause, weil sie nicht vertragen können, dass Tropfen in die offenen Ohren fallen, Albertus. Alle wilden Tiere werden zahm, wenn sie sofort nach der Geburt mit menschlicher Milch gesäugt werden, von einem Weibe oder, was leichter ist, mit Hundsmilch. So lernen denn auch die Katzen ihren Herrn zu lieben und nicht weniger als die Hunde ihm zu schmeicheln und ihn zu begleiten, Cardanus.“

Wer einen solchen Wust vielfältiger Angaben in einem grossen Sammelwerke zusammenträgt, empfindet selbstverständlich die Pflicht, das Material zur Erleichterung der Lektüre einigermassen zu ordnen. Gesner hat deshalb alle auf eine Art bezüglichen Nachrichten in mehrere Kapitel folgenden Inhalts disponiert: a) Die Namen in den verschiedenen Sprachen. b) Äussere Gestalt, Vaterland, Vorkommen. c) Lebensweise. d) Geistige Fähigkeiten. e) Nutzen. f) Nahrungswert. g) Heilmittel. h) Fabeln und Symbole.

Ferner hat er die Reihenfolge der besprochenen Tierarten in Ermangelung eines besseren Systemes (wie er selbst einsah) nach den Anfangsbuchstaben der Namen alphabetisch geregelt. Dieses Prinzip ist an und für sich ungenügend und lässt sich gar nicht strenge durchführen, weil sich die Zusammengehörigkeit vieler Arten, z. B. der Affen, der katzenartigen Tiere u. s. w., dem denkenden Geiste fast gewaltsam aufdrängt und ihn zwingt, die alphabetische Ordnung zu durchbrechen. Die Übersetzung eines solchen Systemes in eine andere Sprache schafft dazu neue Verwirrung.

Eine 1603 gedruckte lateinische Ausgabe von Gesners Historia animalium, liber I de quadrupedibus viviparis zeigt folgende Ordnung:

Alces Elch
Asinus Esel
Bos, vacca, taurus, vitulus Ochs, Kuh, Stier, Kalb,
Bubalus Büffel
Bison Wisent
Tarandus Renntier
Urus Auerochs
Camelopardalis Giraffe
Camelus Kamel
Canis Hund

Die deutsche von Konrad Forer besorgte Übersetzung 1563:

Aff simia
 Meerkatz cercopithecus
 Blumenaff cepus
 Hundskopf cynocephalus
 Geyssmännle satyrus
 Jungkfrauwaff sphinx
Aychhorn sciurus
Bär ursus
Biber fiber
Bisamtier moschi capreolus
Büffel bubalus
Dachs meles.

Der unhaltbare Zustand wurde durch die Erfindung und Verbreitung der Buchdruckerkunst immer unerträglicher. Die zunehmende Zahl der Tierbücher offenbarte einem grösseren Leserkreise, wie ungenügend die Beschreibung, wie verworren die Einteilung war. Dieselben Tiere waren oft in so abweichender Weise beschrieben, dass die Entscheidung darüber, was eigentlich gemeint sei, unmöglich schien. Noch schlimmer stand es um die Benennungen, denn die Wörter des römischen und griechischen Sprachschatzes reichten nicht aus, die neu entdeckten Tiere zu bezeichnen; die zunehmende Vorliebe für die einheimischen Namen, der Gebrauch der Muttersprache, der dem Wunsche nach populärer Darstellung entsprang, steigerten die Verwirrung. Man höre nur die Stimme eines französischen Naturforschers Perrault[1]) (gest. 1688).

„Man hat Ursache, zu zweifeln, ob das Elend (Der Elch) das Tier ist, welches die Naturkündiger insgemein Alce oder Alkes nennen. Denn sie sind in den Beschreibungen, die sie davon gemacht, nicht einig. Einige alte Schriftsteller versichern, dieses Tier habe Haare von verschiedenen Farben. Andere sagen, die Alkes sei dem Kamele gleich, dessen Haar nur von einerlei Farbe ist und scheinen dadurch zu verstehen zu geben, dass die Alkes auch nur Haare von einerlei Farbe haben. Einige geben vor, es habe Hörner, andere behaupten, es habe keine. Die heutigen Naturkündiger sind in den Beschreibungen nicht weniger unterschieden. Sie sagen gemeiniglich, es habe gespaltene Klauen. Indessen wollen doch einige, es habe den Fuss so ganz wie das Pferd, welches mit demjenigen übereinstimmt, was Plinius saget: es sei die Alkes dem Pferde gleich ausser dem Halse und den Ohren, die bei ihm anders gestaltet sind. Es finden sich einige, die der Alkes einen Bart geben wie dem Bock und welche bezeugen, das Haar der Alkes sei nicht länger als das beim Pferde, welches mit der Beschreibung nicht übereinstimmt, die andere davon geben. Gesner sagt, es hätte dieses Tier in der Abbildung, die ihm Sebastian Münster davon zugeschicket, eine Mähne gehabt: die andern Schriftsteller aber reden von dieser Mähne nicht“.

Der internationale Charakter der Wissenschaft, durch den Gebrauch der lateinischen Sprache frühzeitig anerkannt, wies endlich mit zwingender

1) Perrault, Abhandlungen zur Naturgeschichte der Tiere. Deutsche Übersetzung. Leipzig 1757.

Notwendigkeit darauf hin, allgemein bindende Regeln der Gruppierung, Benennung und Beschreibung aufzustellen.

Carl von Linné (1707—1778) hat das schwere Werk mit hervorragendem Scharfblicke und staunenswertem Fleisse vollbracht. Die fruchtbaren Leistungen seiner Vorgänger auf botanischem und zoologischem Gebiete benützend, hat er zum erstenmale planmässig versucht, die durch die Sprache gelieferten Gattungsbegriffe zu begrenzen und die noch heute gültigen Prinzipien der systematischen Ordnung entwickelt. Anläufen zu dieser Herkulesarbeit begegnen wir wohl in manchen zoologischen Schriften des 16. und 17. Jahrhunderts (besonders John Ray 1628—1705 und Francis Willughby 1635—1672), jedoch in botanischen Kreisen ist das Bedürfnis der rationellen Ordnung viel früher empfunden und teilweise befriedigt worden. Natürlich, denn jeder Spaziergang offenbart gleichzeitig so viele ähnliche Pflanzen und Blüten neben einander, dass unser Verstand geradezu gezwungen wird, die übereinstimmenden Formen in richtigen Gruppenbegriffen zusammenzufassen. Die Zoologie entbehrte dieses Vorzuges, weil die Beobachtung und die Vergleichung der frei umher schweifenden Tiere mehr vom Zufall und der Kunst des Konservierens abhängt.

Der bedeutendste Vorgänger Linnés auf botanischem Gebiete, der Italiener Caesalpino hat 1583 die ersten Vorschläge einer rationellen Disposition gemacht: „Nisi in ordines redigantur et veluti in castrorum acies distribuantur, tumultu et fluctuatione omnia perturbari necesse est“. (Wenn (die Pflanzenarten) nicht in Ordnungen gebracht und gewissermassen in feldmässige Reihen eingeteilt werden, muss alles in arge Verwirrung geraten.) Ihm, Willughby, Ray und Artedi folgend entwickelte Linné die Prinzipien der Einteilung (Systema), und entfachte mit ihrer Einfachheit und Durchsichtigkeit die Begeisterung der gesamten wissenschaftlichen Welt. „Filum ariadneum est systema, sine quo chaos“. (Ein Ariadnefaden ist das System, ohne System das Chaos.)

Wie überall da, wo die grosse Zahl und Mannigfaltigkeit der Formen unser Auge blendet, die Sicherheit des Urteiles durch die Beschränkung gewonnen wird, so ist nach seiner Meinung die Verwirrung der zoologischen Kenntnisse zu bemeistern, wenn das Heer der Tierarten in kleinere Abteilungen zerlegt, diese gesondert betrachtet, mit einander verglichen und nach Massgabe der übereinstimmenden und abweichenden Eigenschaften in engere und weitere Gruppen geordnet werden. Demgemäss fasste er eine Anzahl ähnlicher Tierarten zu einer grösseren Gruppe: dem Geschlechte — Genus und wiederum mehrere ähnliche Geschlechter zu einem weiteren Vereine: der Ordnung — Ordo zusammen. So hat er mehrere einander untergeordnete systematische Stufen festgesetzt und deren Rangverhältnis durch den Vergleich mit der Heeresgliederung verständlich gemacht:

Legiones	Cohortes		Manipuli	Contubernia	Miles
Heer	Regimenter		Kompagnien	Zug	Soldat
Classis	Ordo	(Familia	Genus	Species	Varietas
Klasse	Ordnung	später	Gattung	Art	Individuum
		eingefügt)			

z. B.

Mammalia	Carnivora	Felis Gattung der Katzen	leo Löwe tigris Tiger
Säugetiere	Raubtiere	Canis Gattung der Hunde	lupus Wolf vulpes Fuchs

Wie sollen solche Gruppen erkannt und begrenzt werden? Linné antwortet: Suche Merkmale derselben, d. h. Eigenschaften, die an der Aussenfläche des Körpers liegen, besonders auffällig sind und sich nicht leicht verändern. Benütze dieselben als Erkennungszeichen — diagnostische Merkmale der Gruppen! Jedes Tier besitzt deren eine grosse Menge. Je genauer wir es betrachten, umsomehr fallen uns auf. Aber nicht alle sind für unsere Absicht brauchbar; denn die Erkennungszeichen einer Gruppe müssen so eigenartig und bestimmt sein, dass sie mit denen einer anderen ähnlichen Gruppe nicht verwechselt werden können. Ganz unwesentlich für diesen Zweck ist z. B. die Farbe, der Pelz, die Grösse, weil sie innerhalb der Art individuell schwanken, ferner ist die Form eines Organes, z. B. der Füsse nicht für alle Tiere als Einteilungsprinzip zu gebrauchen (Schlangen, Würmer).

Um ein Beispiel anzuführen, wollen wir verfolgen, welche Merkmale Linné zur Gruppierung der zahlreichen Arten der Säugetiere verwendete, jener grossen Klasse, deren Vertreter jedermann am besten bekannt und durch folgende Merkmale charakterisiert sind:

Es sind vierfüssige behaarte Tiere, die lebendig geboren und mit Muttermilch an Zitzen gesäugt werden, eine bewegliche fleischige Zunge, Augenlider, Ohrmuscheln besitzen.

Linné bildete nach Zahl und Form der an der Mundöffnung stehenden leicht sichtbaren und ausserordentlich verschieden gestalteten Schneide- und Eckzähne folgende Gruppen[1]):

[1]) Citiert nach Caroli a Linné, Systema naturae per regna tria naturae secundum Classes, Ordines, Genera, Species. Editio 13. Cura J. F. Gmelin. Leipzig 1788.

Classis Mammalia — Säugetiere.

I. Ordo Primates. Ordnung der Vornehmsten.

Vier vordere Schneidezähne oben und unten. (Fig. 1.)

Genus homo Gattung Mensch.
„ simia G. der Affen: Gorilla, Chimpanse, Pavian etc.
„ lemur G. der Lemuren: Indri, Maki,
„ vespertilio G. der Fledermäuse: Vampyr, Ohren-, Zwerg-Fledermaus etc.

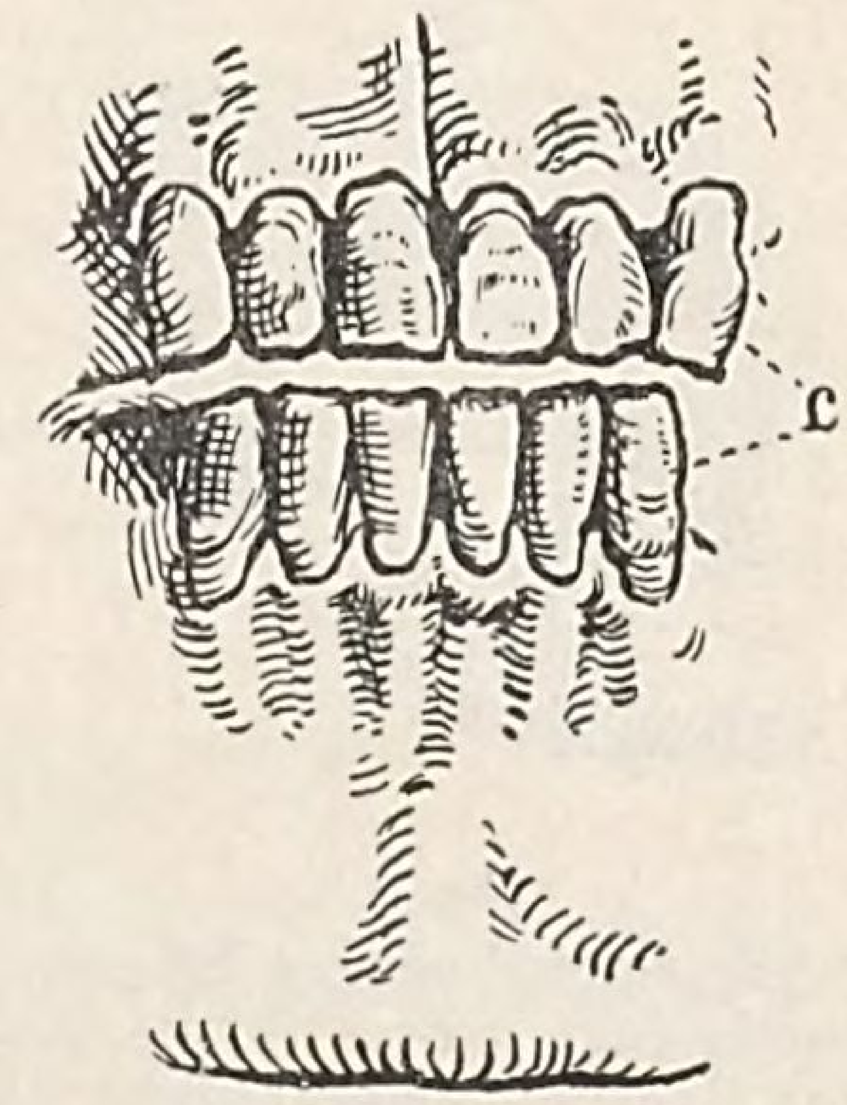


Fig. 1.
Schneidezähne und Eckzähne (c) des Menschen ($^2/_3$).

II. Ordo Bruta.

Schneidezähne weder oben noch unten.

Genus elephas G. der Elefanten: Elefant.
„ trichechus G. der Walrosse: Walross, Dugong, Manati.
„ bradypus G. der Faultiere: drei-, zweizehiges Faultier.
„ myrmecophaga G. der Ameisenfresser: zwei-, dreizehiger Mähnenameisenbär.
„ manis G. der Schuppentiere: fünf-, vierzehiges Schuppentier.
„ dasypus G. der Gürteltiere: Tatu, Kugelgürteltier etc.
„ rhinoceros G. der Nashörner: Ein-, zweihörniges Nashorn.

III. Ordo Ferae.

Sechs obere und sechs untere spitze Schneidezähne, längere Eckzähne. (Fig. 2.)

Genus Phoca G. der Seehunde: Gemeiner Seehund etc.
„ Canis G. der Hunde: Haushund, Wolf, Hyäne, Fuchs.
„ Felis G. der Katzen: Löwe, Tiger, Panther, Katze, Luchs.
„ Viverra G. der Zibethkatzen: Ichneumon, Zibethkatze, Genette.
„ Mustela G. der Marder: Fischotter, Stein-, Baummarder, Iltis, Wiesel.
„ Ursus G. der Bären: Brauner Bär, Eisbär, Waschbär.

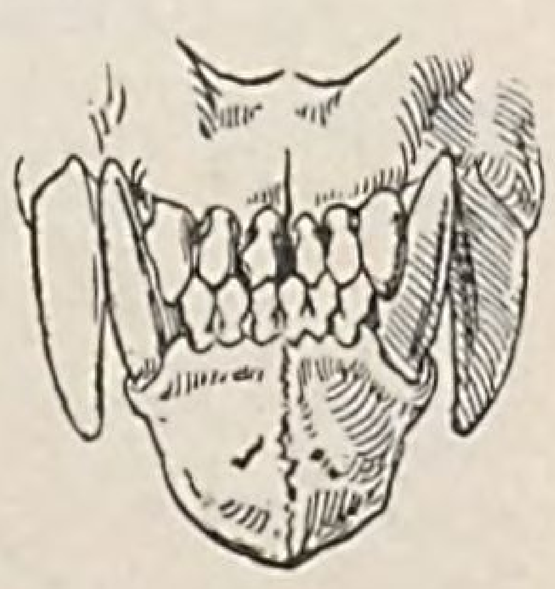


Fig 2.
Schneide- und Eckzähne des Löwen.

„ Didelphis G. der Beutelratten: Opossum, Äneasratte, Krabbenbeutler etc.
„ Talpa G. der Maulwürfe: Maulwurf.
„ Sorex G. der Spitzmäuse: Wasserspitzmaus, Zwergspitzmaus etc.
„ Erinaceus G. der Igel: Europäischer, langohriger, Borstenigel etc.

IV. Ordo Glires.

Zwei Schneidezähne oben und unten. Ohne Eckzähne. (Fig. 3.)

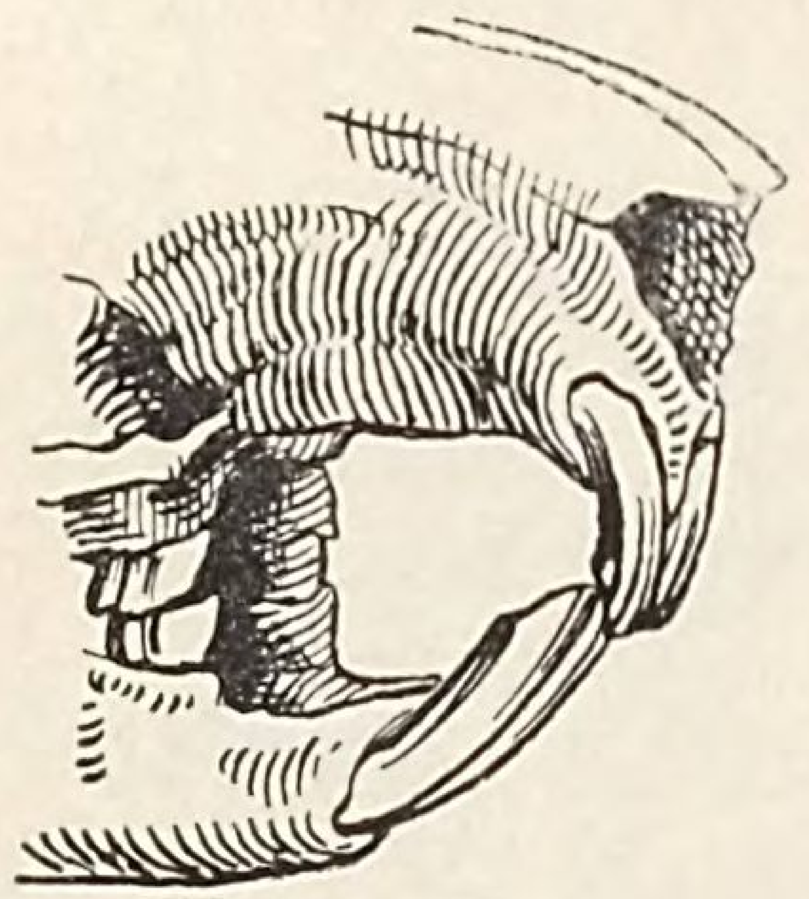


Fig. 3.
Schneidezähne des Bibers, durch eine grosse Lücke von den Backzähnen getrennt (2/3).

Genus Hystrix G. der Stachelschweine: Gem. Stachelschwein.
„ Cavia G. der Meerschweine: Paka, Aguti, Wasserschwein.
„ Castor G. der Biber: Biber.
„ Mus G. der Mäuse: Ratte, Wald-, Hausmaus, Lemming, Hamster, Blindmaus.
„ Arctomys G. der Murmeltiere: Bobak, Ziesel.
„ Sciurus G. der Eichhörnchen: Eichhörnchen.
„ Myoxus G. der Bilche: Siebenschläfer, Haselmaus.
„ Lepus G. der Hasen: Feldhase, Kaninchen.
„ Hyrax G. der Klippschliefer.

V. Ordo Pecora.

Keine oberen, mehrere untere Schneidezähne. (Fig. 4.)

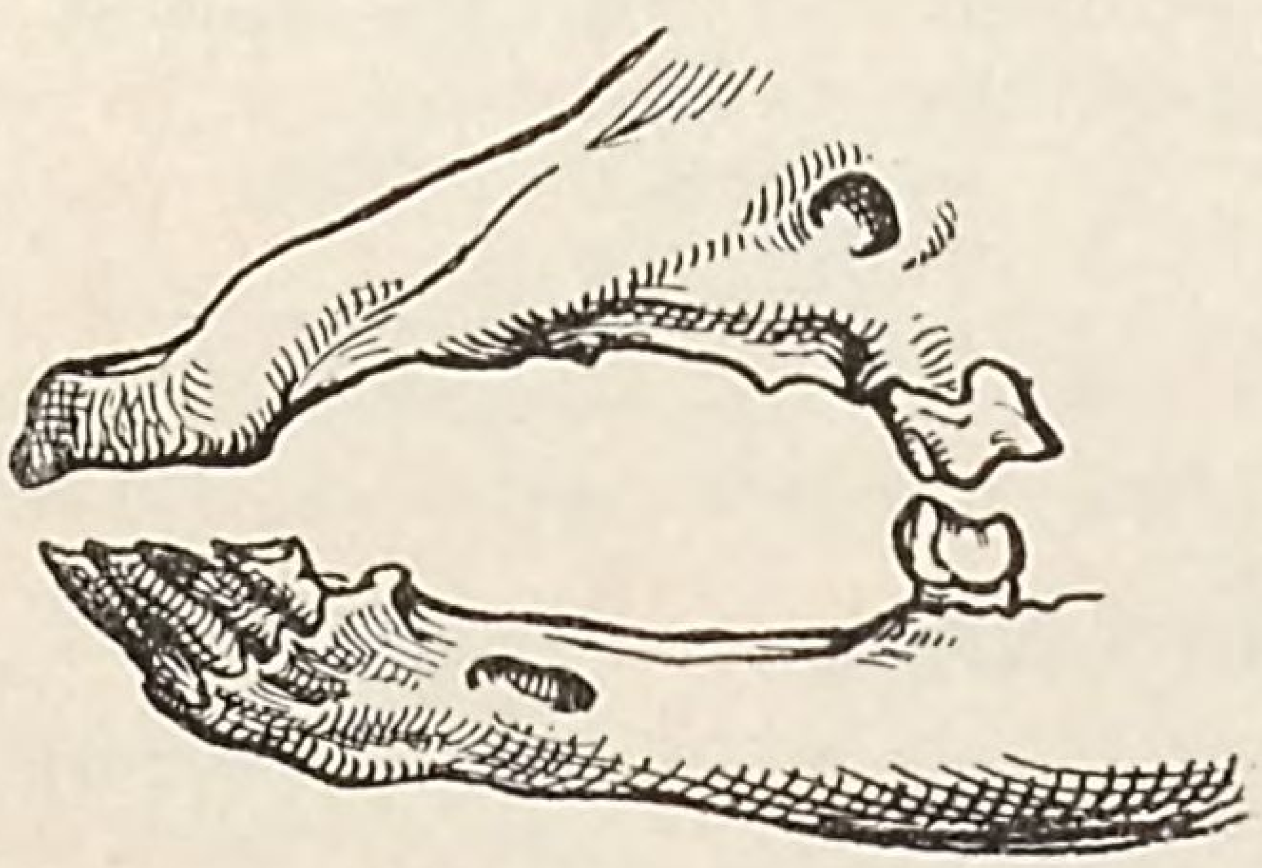


Fig. 4.
Gebiss eines Wiederkäuers (2/3).

Genus Camelus G. der Kamele: Dromedar, Lama.
„ Moschus G. der Moschustiere:
„ Giraffa G. der Giraffen.
„ Cervus G. der Hirsche: Elch, Edelhirsch, Renntier, Damhirsch, Reh etc.
„ Antilopae G. der Antilopen: Gemse, Gazelle.
„ Capra G. der Ziegen: Hausziege, Steinbock.

Genus Ovis G. der Schafe: Hausschaf, Mufflon.
„ Bos G. der Rinder: Hausrind, Büffel, Wiesent.

VI. Ordo Belluae.

Stumpfe Schneidezähne. Hufe an den Füssen.

Genus Equus G. der Pferde: Pferd, Esel, Zebra.
„ Hippopotamus G. der Flusspferde: Nilpferd.
„ Tapir G. der Tapire: Tapir.
„ Sus G. der Schweine: Wild-, Hausschwein, Hirscheber.

VII. Ordo Cete.

Zähne oder Barten. Die Vorderfüsse bilden Brustflossen. Horizontale Schwanzflosse.

Genus Monodon G. der Narwale: Narwal.
„ Balaena G. der Bartenwale: Gem. Wal, Finnwal.
„ Physeter G. der Pottwale: Pottwal.
„ Delphinus G. der Delphine: Tümmler, Schwertfisch.

Innerhalb des weiten Bereiches dieser Ordnungen müssen die Gattungen durch besondere Merkmale unterschieden werden. Linné benutzte dazu feinere Besonderheiten des Gebisses und noch andere Eigenschaften. Als Beispiel seiner Methode führe ich die Diagnose von drei Gattungen der Raubtierordnung an.

Genus Canis — Gattung der Hunde.

Mittlere Schneidezähne gelappt, die seitlichen länger, und weiter gestellt. Die seitlichen der unteren Schneidezähne gelappt, Eckzähne gekrümmt. 6—7 Backzähne.

Haushund, Wolf, Hyäne, Fuchs.

Genus Felis — Gattung der Katzen.

Die mittleren Schneidezähne gleich geformt. Drei Backzähne. Zunge mit rückwärts gerichteten Stacheln. Rückziehbare Krallen.

Löwe, Tiger, Panther, Haus-, Wildkatze, Luchs.

Genus Mustela — Gattung der Marder.

Die oberen sechs Schneidezähne sind hoch, spitziger und weiter gestellt. Die unteren stumpf, zusammengedrängt, zwei stehen mehr nach innen. Zunge glatt.

Fischotter, Stein-, Baummarder, Iltis, Wiesel.

Linnés Vorgehen fand rasch den verdienten Beifall, weil er eine Methode, die aus vielen Worten der Sprache hervorleuchtet und im praktischen Verkehre des Lebens vielfach angewendet wird, auf das wissenschaftliche Gebiet übertragen hat. Gar oft dient eine auffällige Eigenschaft zur Bezeichnung des Gegenstandes: z. B. der Schmetterling Totenkopf, die Totenuhr, der Grashüpfer, der Falter, die Fliege, die Spinne, das Neunauge, der Bitterling, die Fledermaus (= Flattermaus), der Floh (= Flüchtige), der Geier (= Gierige), die Bremse (brummen), die Schlange (schlingen), der Maulwurf (mhd. Moltwerf, das die Erde aufwerfende Tier), der Krammetsvogel (Kranewitsvogel = Wachholdervogel), die Nachtigall (Nachtsängerin), der Wiedehopf (Waldhüpfer), das Rhinoceros (Nashorn ῥίς, κέρας). Linné aber hat das Verdienst, die altbekannte Art konsequent durchgeführt zu haben, um alle damals bekannten Glieder der drei Naturreiche mittelst solcher Merkmale kenntlich zu machen.

Durchdrungen von dem Gedanken: „Dispositio est denominationis fundamentum“ stellte er neue Regeln der Benennung und Beschreibung

auf. Um alle Missverständnisse auszuschliessen, welche der Gebrauch der einheimischen Namen und der Muttersprache unter den Forschern verschiedener Nationalität herbeigeführt hatte, forderte er:

1. Dass alle naturwissenschaftlichen Werke im lapidaren Stile der lateinischen Sprache abzufassen und alle Namen dem lateinischen oder griechischen Wortschatze zu entnehmen seien.

Während im Mittelalter das Bestreben nach Zuverlässigkeit und Deutlichkeit des Namens allmählich die Gewohnheit unterstützt hatte, alle zur Diagnose wichtigen Eigenschaften durch eine umständliche Beifügung attributiver Bestimmungen zum Namen des Tieres auszudrücken, bestimmte er:

2. Dass der Namen eines Tieres nur aus zwei Worten bestehen dürfe, z. B. statt Mustela flavescente-nigricans, ore albo, collari flavescente (wie er selbst 1746 in der Fauna svecica geschrieben hatte), Mustela putorius. Weil die mündliche Rede jederzeit lange umständliche Namen zu wenige Silben umfassenden Bezeichnungen abschleift, begegnete dieser Vorschlag sogleich allgemeinem Verständnisse und Beifalle.

3. Linné wollte ferner durch den Namen die Stellung einer Tierart im Systeme, besonders die Einordnung in die nächst höhere Gruppe: die Gattung andeuten. Wie in der menschlichen Gesellschaft die Zugehörigkeit eines Individuums zum Familienverbande durch einen gemeinsamen Familiennamen und die Unterscheidung von den Verwandten durch einen Rufnamen bezeichnet wird, gab er allen Arten, welche derselben Gattung angehören, einen gemeinsamen Gattungsnamen. „Unicum ubi genus, unicum erit nomen". z. B. alle katzenähnlichen Tiere heissen „Felis" und werden von einander unterschieden, indem der beschränkende Artnamen beizufügen ist, z. B.

der Löwe (Afrika)	Felis leo
der Tiger (Asien)	Felis tigris
der Parder (Indien)	Felis pardus
der Jaguar (Südamerika)	Felis onca
die Hauskatze	Felis domestica
die Wildkatze (Europa)	Felis catus
der Luchs (Europa)	Felis lynx

(Löwe, Tiger waren früher einfach leo, tigris genannt etc.)

Diese Art der Benennung — binäre Nomenklatur unterscheidet sich wesentlich von der früher üblichen naiven Sitte. So bequem es auch sein mag, eine einzelne hervorstechende Eigenschaft (pars pro toto) zur Bezeichnung zu verwenden, so empfiehlt sich dies doch nur, wenn eine geringe Zahl von Objekten in Betracht kommt. Sobald viele ähnliche Gegenstände vorliegen, muss man darauf verzichten, durch den Namen die sinnliche Vorstellung einer auffallenden Eigenschaft zu erwecken, wie es in den Zeiten der plastischen Sprache geschah, und darf die Namen nur als Symbole des zu bezeichnenden Begriffes behandeln. Linnés Vorchlag gewährt den Vor-

teil, dass der Name jedem, dem die Prinzipien des Systems vertraut sind, anzeigt, an welcher Stelle des Systemes die Art eingereiht ist, und ihm auch ohne direkten Augenschein einen Rückschluss auf Eigenschaften der Art gestattet.

Die Einführung der neuen Nomenklatur erheischt notwendig eine andere umständliche Arbeit. Die neuen Namen müssen mit den früheren in Beziehung gesetzt und die gleichbedeutenden in den Werken der älteren Forscher vorkommenden Wörter als Synonyma zusammengestellt werden, damit die Benützung der früheren Beschreibungen möglich bleibt. Um Verwechselungen vorzubeugen, werden dem Speciesnamen die Anfangsbuchstaben des Autornamens beigefügt und dadurch bestimmt ausgedrückt, dass mit dem Worte auch der von dem betreffenden Autor damit bezeichnete Begriff gebraucht werde. Linné hat diese Synonymik bearbeitet und dadurch ein klares Bild der ehemaligen Verwirrung gegeben[1]). Z. B. der Waschbär in Nordamerika — Ursus lotor L. war bezeichnet:

Mus indicus alius. Gesner
Vulpi affinis americana. Rajus
Raccoon. Kalm
Coati Brisson.
Felis montana americana. Seb.
Mapach. Nieremb.

Das Ichneumon in Ägypten — Viverra ichneumon L.:

Meles digitis mediis longioribus, lateralibus aequalibus unguibus subuniformibus. Hasselquist
Mus pharaonis. Alpin. aegypt.
Ichneumon. Gesner, Aldrovandus
Mustela sive Viverra indis Mangutia. Kaempf.
Quil sive Quirpele. Garc.
Serpenticida sive Muncos. Rumpf.
Ichneumon sive Vulpecula zeilanica. Seb.

Linnés Reform hat auch die Einzelbeschreibung vereinfacht. Wenn mit Worten die Eigenart eines Tieres geschildert werden soll, wird man dasselbe am besten mit einer bereits bekannten Form vergleichen und sowohl die gemeinsamen wie die abweichenden Eigenschaften hervorheben, um auf diese Weise dem geistigen Auge des Hörers wirklich ein anschauliches Bild vorzuführen. Linnés Zusammenfassung erleichtert den Vergleich, denn der Fachgelehrte beschreibt nun die einzelne Art nicht als einen isolierten unabhängigen Fall, sondern als das Glied einer grösseren Gruppe von Tieren, die gemeinsame Eigenschaften besitzen. Die gemeinsamen Eigenschaften werden als diagnostische Merkmale der Ordnung und Gattung zuerst besprochen und brauchen bei der Schilderung der Arten nicht mehr wiederholt zu werden. Die Speciesdiagnose registriert nur die kleinen Abweichungen von den allge-

[1]) Citiert nach Linné, Systema naturae. Editio 12. 1766.

meinen Gruppenmerkmalen und wird so eine möglichst kompendiöse Darstellung der specifischen Eigentümlichkeiten jeder Art.

Um in der Beschreibung den höchsten Grad von Klarheit zu erreichen, müssen die Worte der Umgangssprache, deren Bedeutung so sehr flüssig ist und leicht Missverständnisse veranlasst, ersetzt werden durch kurze Termini technici, Kunstausdrücke, welche keiner Schwankung der Bedeutung unterliegen. „Confusis nominibus omnia confundi necesse est". (Wenn die Namen verwirrt sind, muss alles durcheinander kommen.) Statt einer langen Schilderung wird nur ein bezeichnendes Wort gebraucht; z. B. bei Beschreibung der Vögel sage:

Rectrices — Steuerfedern statt Pennae majores caudam constituentes (die grösseren den Schwanz bildenden Federn).

Remiges — Schwungfedern statt Pennae majores in ala, quibus volitat avis (die grösseren Federn am Flügel, mit denen der Vogel fliegt).

Tectrices — Deckfedern statt Pennae, quae alas tegunt (die Federn, welche die Flügel bedecken).

Durch diese Vorschriften vermochte Linné den Torrens verborum seiner Vorgänger einzudämmen und, alle überflüssigen Angaben verbannend, zu einer kurzen, bündigen Artbeschreibung — Diagnose anzuleiten.

Um die neuen Gruppen sicher zu stellen, müssen die Merkmale derselben durch genaue Beobachtung ausgesucht sein. Jeder, der Linnés System annimmt, ist gezwungen, die Artindividuen recht genau zu studieren und, so umständlich und zeitraubend die Erfüllung dieser Bedingung auch sein mag, ihre Eigenschaften gründlich zu verfolgen, weil auf der sicheren Erkenntnis derselben die Richtigkeit des wissenschaftlichen Gebäudes beruht. „Cognitione specierum innititur omnis solida eruditio".

Deshalb hat Linné besser als durch ablehnende Kritik die Herrschaft des Autoritätsglaubens vernichtet und seine Schüler zur selbstständigen vorurteilslosen Prüfung der Thatsachen angeleitet. „Oculis propriis, quae singularia sunt, observat nec sua solum ex auctoribus compilat." (Mit eigenen Augen soll der Zoologe die Einzelheiten beobachten und seine Angaben nicht bloss aus den älteren Autoren zusammentragen.) Die dem zoologischen Forscher nunmehr auferlegte Verantwortlichkeit ist nicht gering. Um die nötige Genauigkeit der Beobachtungen zu erreichen, wird Ausdauer und Geduld erfordert, die Eigenschaften an einer recht grossen Zahl von Beispielen zu verfolgen, die zutreffenden Beschreibungen anderer Autoren in der Litteratur aufzusuchen und an den eigenen Resultaten zu kritisieren, ferner ein durch vielfältige Vergleichung geschärfter Blick, der aus der Menge der Eigenschaften die wesentlichen, jederzeit aufzufindenden unveränderlichen Merkmale auszuwählen vermag und die Gruppen von anderen ähnlichen Formkreisen durch leicht erkenntliche Charaktere unterscheidet.

Die systematisch-zoologische Beschreibung der Hauskatze, welche Linné selbst gegeben hat, lautet nach allen Reformen folgendermassen:

Die Katze wird eingereiht der Ordnung der Raubtiere, Ferae, welche folgende Merkmale charakterisieren:

Dentes primores conici utrinque saepius VI. Laniarii longiores. Molares cuspidato-conici (non truncati). Pedes unguiculati Unguibus subulatis. Victus lacerando cadavera rapinasque animalium.

Neben dem Genus: Canis, Viverra, Mustela, Ursus (Geschlecht der Hunde, Zibethkatzen, Marder und Bären) steht das Genus: Felis.

Dentes primores intermedii aequales
molares terni,
Lingua retrorsum aculeata,
Ungues retractiles.

Ihm gehören folgende Species zu: Felis leo, F. tigris, F. pardus, F. onca, F. pardalis, F. catus, F. lynx. Die Hauskatze ist charakterisiert durch folgende Eigenschaften:

Felis catus L. Felis cauda elongata annulata, auribus aequalibus. Digiti anteriores 5, digiti posteriores 4, Mammae 8: pectorales 4, abdominales 4.

α) Felis catus ferus. Cauda elongata fusco-annulata, corpore fasciis nigricantibus; dorsalibus longitudinalibus tribus, lateralibus spiralibus.

β) Felis catus domesticus, minor, pilis brevioribus et crassioribus.

Synonyma.

Felis vulgo Catus. Conr. Gesnerus, historia animalium de Quadrupedibus. Tigurini 1551. p. 344. fig. p. 345.

Felis domestica. Joh. Rajus, Synopsis animalium Quadrupedum et serpentum. London 1693. p. 170. Jonstonus, historia naturalis de quadrupedibus. Francfurt 1652. p 126. t. 72.

Felis. Ulyss. Aldrovandi, dig. p. 564.

Felis domestica. Brisson, quadr. 191.

Chat domestique. Buffon, histoire naturelle VI. t. 2.

Nun sollte eine etwas ausführliche Beschreibung folgen. Linné aber hatte dazu weder Zeit noch Raum. Er verwies auf frühere Schilderungen. Wo er kurze Bemerkungen zufügte,beweisen diese, dass er sich vom Einflusse seiner Vorgänger noch nicht ganz befreit hatte; denn er nimmt manche unbedeutende, teilweise sogar falsche Angabe auf. Von der Katze z. B. schreibt er:

„Habitat in Europae australis silvis, Austria. Moribus congenerum, tranquilla ore molat, caudam erigit; excitata agilissima, scandit, irata fremit odore ambrosiaco; oculi noctu lucent; pupilla interdiu perpendiculari oblonga, noctu tereti ampliata; unguibus complicatis incedit; parce bibit; urina maris corrosiva; ructus foetidissimus; stercus sepelit; clamando rixandoque misere amat; cum pullis repentibusque ludit; in praedam intenta caudam movet; Murum Leo; pacata in comessantibus; pullos convocat; carnes piscesque edit, callida, falsa, vegetabiliaque respuit; os instante tempestate manu lavat; dorsum in tenebris electrisat; in altum acta decidit in pedes. Pulices non habet. Delectatur Maro, Nepeta, Valeriana."

Sie wohnt in den Wäldern des östlichen Europas. Nach Art der Gleichgeschlechtigen kaut sie bei geschlossenem Munde, richtet ihren Schwanz in die Höhe; gereizt ist sie sehr beweglich, klettert, erzürnt brummt sie. Sie besitzt angenehmen Geruch. Ihre Augen leuchten nachts, die Pupille ist untertags eine senkrechte Längsspalte, nachts rund erweitert. Sie geht mit eingezogenen Krallen, trinkt wenig. Der Urin des Männchens ist ätzend, das Rülpsen stinkt abscheulich; sie vergräbt ihren Kot; schreiend und raufend

liebt sie in kläglicher Weise; sie spielt mit ihren Jungen und kriechenden Tieren. Wenn sie auf Beute lauert, schlägt sie den Schwanz hin und her; Löwe der Mäuse; sie frisst friedlich mit mehreren zusammen; sie ruft ihre Jungen herbei, frisst Fleisch und Fische, sie ist verschlagen und falsch und verschmäht Pflanzennahrung. Bei drohendem Gewitter wäscht sie ihr Gesicht mit der Pfote. Der Rücken knistert elektrisch im Dunkeln. Von hoch oben fällt sie auf die Füsse nieder. Sie hat keine Flöhe, sie ergötzt sich an dem Katzenkraut, der Katzenmünze und dem Baldrian.

Seine Schüler haben seine Fingerzeige besser verwerten können, da sie frühzeitig auf die Fehler des mittelalterlichen Stiles aufmerksam gemacht waren. Deshalb schwand in ihren Schriften das unnütze Beiwerk und die objektive Berichterstattung trat immer mehr in ihr Recht. Zur Charakteristik dafür, welchen Grad von thatsächlicher Genauigkeit die zoologischen Schilderungen bald erreicht hatten, sei hier ein Absatz aus Schrebers Werk[1]) eingefügt.

Beschreibung der angorischen Katze.

„Der Kopf ist rundlich, oben platt. Die Schnauze kurz und abgerundet, das Maul klein. Die Nase vorn, wo sie kahl ist, dreieckig, in der Mitte durch eine tiefe Furche senkrecht geteilt, welche bis an den Rand der Oberlippe hinabgeht. Die Augen gross, die Richtung der Augenlider schief. Die Ohren dreieckig, oben zugerundet, vor- und hinterwärts beweglich. Die Backen dick. Der Hals rund. Der Leib etwas zusammengedrückt, vorn und hinten gleich dick. Die Beine von mittelmässiger Länge. Der Schwanz kürzer als der Leib, gegen die Spitze hin dünner, sehr beweglich Gemeiniglich trägt ihn das Tier aufrecht. Die langen Bartborsten sind in 4—5 Reihen auf dem dickeren Teile der Oberlippe verteilt. Über jedem Auge gegen den vorderen Winkel desselben stehen 3—6 längere und mehrere kürzere Borsten auf einem Haufen und auf jedem Backen in gerader Linie mit dem Mundwinkel zwei ziemlich kurze beisammen. Auf der Kehle keine. — Die Vorderzähne sind sehr klein; die in der untern Kinnlade noch kleiner als die in der oberen. Die Seitenzähne hinterwärts mit einer Schärfe versehen, die neben sich an jeder Seite eine Furche hat. Die in der obern Kinnlade sind länger als die Lippe, und folglich die Spitzen unbedeckt. Backenzähne zähle ich oben und unten auf jeder Seite drei. Die Hauskatze hat kurzes Haar. Die Farbe desselben ist an sich selbst sehr mannigfaltig und noch mehr sind es die unendlichen Schattierungen, Streife und Flecken vieler von diesen Tieren."

Wir haben nun diejenigen Reformen Linnés verfolgt, welche für alle Zeiten gültig bleiben und den Ruhm seiner Geistesklarheit verkünden werden. Aber man darf nicht vergessen, dass ein grosser Mann nur ein kurzlebiges Glied der stets neu sich ergänzenden Kette von Denkern ist, welche am Kulturfortschritte arbeiten. Nachkommen prüfen die Vorschläge ihrer Lehrer, verwerfen sie und setzen neue an deren Stelle. Deshalb hat Linnés System seitdem mannigfache Umbildung und Vertiefung erfahren.

Zunächst bewies der Widerspruch anderer Gelehrten, dass die Einteilung nach äusseren Merkmalen nicht so einfach ist, wie man wohl glauben

[1]) C. Schreber, Die Säugetiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen. III. Teil. Erlangen 1778.

möchte. Viele konnten sich nicht bequemen, ausschliesslich die Zähne als Einteilungsprinzip zu verwenden und haben andere Eigentümlichkeiten gewählt. Um bei dem Beispiele der Säugetiere zu bleiben, seien hier nur etliche Vorschläge des vorigen Jahrhunderts angeführt, welche die Gruppen auf andere Weise zu bilden suchten. Neben dem Gebisse der Säuger zeigen auch die Form und Stellung der Gliedmassen, die Zehenzahl, die Hornbekleidung der Fingerenden, der Aufenthaltsort, die geographische Verbreitung etc. viele, oft recht beträchtliche Unterschiede und zunächst steht der Meinung, dass man auch diese für den Ausbau des Systemes verwerten könne, kein gewichtiger Grund entgegen. Je nach der Eigenschaft, welche zum Einteilungsprinzip erhoben wurde, sind die systematischen Tabellen recht abweichend ausgefallen.

Um mit dem Schlechtesten zu beginnen, sei der Absicht von E. A. W. Zimmermann[1]) gedacht. Er hat die schwer zu begrenzende Verbreitung der Tiere über die Erdoberfläche als leitenden Gesichtspunkt gewählt und folgende Gruppen unterschieden:

I. Tiere, welche über die ganze Erde verbreitet sind.

Mensch, Hund, Ochs, Schaf, Ziege, Pferd, Esel, Schwein, Katze, Fuchs, Bär, Hase, Hirsch, Eichhorn, Maus, Seehund, Seelöwe, Manati.

II. Tiere, welche grössere Gürtel der alten **und** neuen Welt bewohnen.

Renntier, Elen, Marder, Biber, Fischotter, Luchs, Zobel, Murmeltier, Dachs, Wasserratte, Meerschweinchen, Walross.

III. Tiere, welche in beträchtlichen Strichen der alten Welt eingeschränkt sind.

Lemming, Hamster, Igel, Spitzmaus, Stachelschwein, Hyäne, Dromedar, Büffel.

IV. Bewohner der heissen Zone der alten Welt.

Vampyr, Zibethkatze, Löwe, Elefant, Nashorn, Orang-Utan.

V. Bewohner der heissen Zone der neuen Welt.

Kuguar, Jaguar, Lama, Viscacha.

VI. Tiere, welche kleine Bezirke der Erde bewohnen.

Affen, Antilopen, Gürteltier, Ameisenfresser, Schuppentier, Fledermaus.

Jak. Th. Klein[2]) hielt, wie viele andere Zoologen, die Form und Zahl der Zähne nicht für ein „äusseres Merkmal" und gründete sein System

[1]) E. A. W. Zimmermann, Geographische Geschichte des Menschen und der allgemein verbreiteten vierfüssigen Tiere. 1778.

[2]) Klassifikation und kurze Geschichte der vierfüssigen Tiere übersetzt von F. D. Behn 1760.

auf die leicht sichtbare Beschaffenheit der Füsse. Er unterschied 2 Hauptgruppen: A. Tiere mit Hufen. B. Tiere mit Zehen. Beide zerfallen in 5 durch die Fingerzahl bestimmte Unterabteilungen, die erläutern sollen, dass die Natur vom einfachen Zustande zum Zusammengesetzten fortschreitet.

A. Huftiere.

Familie 1. Einhufige: Pferd, Esel.
„ 2. Zweihufige: Rind, Schaf, Antilope, Hirsch, Schwein.
„ 3. Dreihufige: Nashorn.
„ 4. Vierhufige: Nilpferd.
„ 5. Fünfhufige: Elefant.

B. Zehentiere.

Familie 1. Zweizehige: Kamel, Faultier.
„ 2. Dreizehige: Ameisenbär, dreizehiges Faultier.
„ 3. Vierzehige: Gürteltier, Meerschweinchen.
„ 4. Fünfzehige: Hase, Eichhorn, Maus, Maulwurf, Fledermaus, Marder, Hund, Wolf, Katze, Bär, Affen.
„ 5. Fünf Finger an Gänsefüssen: Fischotter. Biber, Walross, Seehund, Manati.

M. Brisson[1]) wollte nicht bloss die Beschaffenheit der Schneidezähne, sondern die Eigentümlichkeiten des ganzen Gebisses berücksichtigt wissen und stellte 19 Ordnungen auf.

Erste Klasse. Landbewohner.

A. Schneidezähne fehlen:

1. Ordnung. Ohne Zähne: Genus Ameisenfresser, Schuppentier.
2. „ Nur Backzähne: Genus Faultier, Gürteltier.
3. „ Back- und Eckzähne: Genus Elefant, Walross.

B. Schneidezähne vorhanden.

I. Schneidezähne nur im Unterkiefer.

4. Ordnung. 6 Schneidezähne: Genus Kamel.
5. „ 8 „ Genus Giraffe, Ochs, Hirsch, Schaf, Moschustier.

II. Schneidezähne in beiden Kiefern.

a) Huftiere.

6. Ordnung. Einhufig: Genus Pferd.
7. „ Zweihufig: Genus Schwein.
8. „ Dreihufig: Genus Rhinoceros.
9. „ 4 Hufe vorn, 3 Hufe hinten. 2 Schneidezähne: Genus Wasserschwein.
10. „ 4 Hufe vorn, 3 Hufe hinten. 10 Schneidezähne: Genus Tapir.
11. „ 4 Hufe vorn und hinten: Genus Nilpferd.

1) Regnum animale in Classes IX distributum. Paris 1756.

b) Krallentiere.

12. Ordnung.	Je 2 Schneidezähne: α) ohne Eckzähne: Genus Stachelschwein, Biber, Hahn, Eichhorn, Ratte. β) mit Eckzähnen: Genus Igel.		
13. „	Je 4 Schneidezähne: Genus Affen, fliegender Hund.		
14. „	4 obere, 6 untere: Genus	Maki, Fledermaus.	
15. „	6 „ 4 „	„	Robbe.
16. „	6 „ 6 „	„	Raubtiere.
17. „	6 „ 8 „	„	Maulwurf.
18. „	10 „ 8 „	„	Philander (= Raubbeutelratte).

Zweite Klasse. Wasserbewohner.

19. Ordnung. Wale.

J. A. Scopoli[1]) ist nicht damit einverstanden, dass Land und Wasser bewohnende Säugetiere in einer Ordnung vereint werden, wie z. B. die Hunde und die Robben in der Linnéschen Ordnung der Raubtiere, deshalb schlägt er folgendes System vor.

A. Landbewohnende Vierfüsser.

I. Krallentiere.

a) zwei Milchdrüsen: Mensch, Affe, Lemur, Fledermaus, Faultier.
b) vier und mehr Milchdrüsen:
 1. keine Schneidezähne: Ameisenfresser, Schuppentier.
 2. je 6 „ Raubtiere, Maulwurf.
 3. je 2 „ Eichhorn, Maus, Igel, Stachelschwein, Meerschweinchen, Hase.

II. Huftiere.

a) Wiederkäuend: Moschustier, Rind, Schaf, Ziege, Antilope, Hirsch, Giraffe, Kamel.
b) Nicht wiederkäuend: Pferd, Schwein, Tapir, Rhinoceros, Elefant.

B. Wasserbewohnende Vierfüsser.

Nilpferd, Wasserschwein, Biber, Fischotter, Walross, Robbe, Wale.

Die wenigen einander so stark widersprechenden Versuche erläutern, wie schwer ein allgemein befriedigendes System des Tierreiches zu finden ist. Die Berücksichtigung des einen oder anderen Merkmales hat zur Bildung ganz abweichender Gruppen geführt, und man konnte fast verzweifeln, ob überhaupt die Lösung möglich sei? Der Wunsch, das Gebäude zu vollenden, ehe die genügende Menge thatsächlicher Kenntnisse als Grundlage der Abstraktion bekannt war, schuf allerdings schwere Enttäuschung. Doch die Kritik der Vorschläge lehrt auch den richtigen Weg kennen. Linnés Nachfolger haben ihr ideales Ziel deshalb nicht erreicht, weil sie auf eine

1) Introductio ad historiam naturalem. Prag 1777.

a priori gewählte Eigenschaft die grösseren Gruppen begründen wollten, ohne Prüfung, ob dieselbe für alle Fälle genüge. Die einseitige Berücksichtigung eines Merkmales veranlasste dann den Systematiker, Tierarten, welche oberflächliche Ähnlichkeit besassen, in eine Gruppe zusammenzufassen, weil er taub gegen den Widerspruch der Thatsachen sein Prinzip durchführen wollte. Langsam ward erkannt, dass auch auf diesem Gebiete der starre Schematismus kein erfreuliches Ergebnis liefern kann, und dass zur Unterscheidung der vielen Ordnungen einer Tierklasse eine einzige oder etliche Eigenschaften nicht hinreichen.

Linné selbst war weit von der Einbildung entfernt, als habe er die Aufgabe völlig gelöst. Im Gegenteile betont er oft genug, dass sein Systema naturae ein vorläufiges künstliches Register sei, dem das wahre natürliche System nachfolgen müsse. Er habe nur versucht, die Naturkörper so zu ordnen, dass sie leicht zu überblicken und nach wenigen willkürlich gewählten, bequem wahrnehmbaren Merkmalen sicher wiederzuerkennen seien. Das natürliche System aber soll alle Eigenschaften der Tiere berücksichtigen, nicht bloss die Besonderheit der äusseren Körperteile und der Lebensweise, sondern auch die anatomischen, physiologischen und entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen. Nur wenige seiner Nachfolger haben diesen Fingerzeig verstanden. Ein Zeitraum von 100 Jahren und Fortschritte in anderen zoologischen Disziplinen waren erforderlich, ehe die Hoffnungen Linnés einigermassen realisiert wurden. Wir müssen zunächst der Geschichte dieser Arbeiten folgen und werden später die moderne Auffassung des Systems betrachten.

III.

Die Leistungen der alten Anatomen und Physiologen im 16.—18. Jahrhundert.

Quae falsa dicta, dissectione anatomica, multiplici experientia diligenti et accurata observatione emendetur. Harvey.

Jedem, der die mannigfaltigen Scenen tierischen und menschlichen Lebens sieht, drängt sich die Frage auf, welche Ursache das regelmässige Spiel und das harmonische Zusammenwirken aller Teile des Körpers ordnet. Sie hat seit Jahrtausenden das Nachdenken scharfsinniger Beobachter angeregt und fesselt noch heute unser volles Interesse. Wer aber ohne vorherige Schulung seines Beobachtungsvermögens die Antwort geben will, vergisst, dass nur eingehendes Studium des Körperbaues und umfassende Experimente über die Körperthätigkeit dazu befähigen. Was man direkt sieht, ist lückenhaft und zweideutig. So müssen Spekulationen den Mangel exakter Kenntnisse verschleiern.

Die Thatsache, dass der lebende Körper eine Einheit darstellt, welche aus zahlreichen Teilen zusammengesetzt ist, hat die Reflexion frühzeitig zu einer bestimmten in die moderne Zeit noch hineinklingenden Ansicht geführt. Wie man sah, dass der Leib aus vielen ungleichartigen Stücken besteht, die eine recht verschiedene Thätigkeit entfalten, ward eine einheitliche Ursache angenommen, welche die so verschiedenen Funktionen vorstehenden Organe (der Stütze, Bewegung, Ernährung, Fortpflanzung, Empfindung) zum Einklange ihrer Leistungen anhält. Diese hypothetische Ursache wurde Seele genannt und als ein Wesen höherer Art dem vergänglichen Leibe gegenübergestellt. Der Körper ist nur ein totes Werk und erhält erst durch die Seele Zweck und Bewegung. Sie ordnet die Leistungen seiner Organe zu einem harmonischen Mikrokosmos und regelt dessen Bestehen. Die Bestätigung dieser Meinung scheint der Tod zu sein. Denn einmal schlägt jedem Individuum die Stunde, wo das Auge erstarrt, der Mund verstummt, die gemeinsame Thätigkeit der Organe fast mit einem Schlage erlischt und der leblose Körper in Staub und Asche zerfällt. Wie nahe liegt die naive Erklärung, dass die den toten Körper

zerstörende Verwesung, „die Dienerin des Todesengels" schon lange ihre Beute ergriffen hätte, wenn sie nicht das Machtgebot einer höheren Kraft der „Seele" zurückgebannt hätte, welche jetzt den Körper verlassen hat. Ohne thatsächlichen Anhaltspunkt entwickelt sich die Lehre: Am Beginne des Lebens wird die Seele dem Leibe auf unerklärliche Weise eingepflanzt, sie gestaltet sich ihren Wohnsitz als eine Stätte reinster Schönheit, erhält ihn lange Zeit im mühseligen Drange des Erdenseins, um endlich der zerbrechlichen Hülle entfliehend in glänzende Gefilde aufzusteigen. Schon den alten griechischen Philosophen (Diogenes von Apollonia und Democritus) bezeichnet das Wort Seele die Vorstellung eines besondern Stoffes, so wie Licht, Feuer, Wärme als Substanzen betrachtet wurden, freilich Substanzen, die unendlich feiner sind als die Masse des Körpers. Die nahe liegende Folgerung, dass sie gleich dem Körper der Speisung von aussen durch Stoffe bedürfe, welche in den Organen, dem Sitze der Seele, mit ihr gemengt werden, dass sie wachse und unbrauchbare Stoffe ausscheide, hat Hippocrates ausgesprochen. Sie klingt wieder in den mannigfaltigen Ceremonien des Seelenkults.

Diese Vorstellung hatte allgemeinen Beifall gefunden, ehe anatomische Untersuchungen überhaupt betrieben wurden. Deshalb raubten ihr bereits die unvollkommenen Beobachtungen der griechischen und römischen Ärzte den thatsächlichen Untergrund. Denn indem sie Affen und andere Säugetiere zerschnitten, wurde ihre Aufmerksamkeit von den unterscheidenden Merkmalen der vielen den Körper zusammensetzenden Werkstücke gefesselt und sie betonten darum deren Eigenart. Obwohl alle Teile gemeinsam im Vereine arbeiten, hat jeder einzelne seine besondere Gestalt und Aufgabe und ist so ausschliesslich für diese bestimmt, dass mit dem Verlust des Werkzeuges auch die Fähigkeit schwindet, der es diente. Also muss jedes Organ eine ihm allein eigentümliche Kraft besitzen. Diese Überlegung veranlasste Galenus wenigstens drei Seelen im menschlichen Körper zu vermuten.

Die Generationen eines ganzen Jahrtausends nach dem Zusammenbruche des römischen Reiches beschieden sich mit den Lehren der alten Ärzte. Niemand wagte die Autorität des Galenus anzutasten. Da Tradition und Scheu die Untersuchung menschlicher Leichen verboten, mass man Sektionen überhaupt wenig Wert bei und wiederholte nur klassisch autorisierte Ansichten, bis Andreas Vesalius[1]) (1514—1565) Leichen aufzuschneiden wagte und seine durch direkte Beobachtungen geläuterten Kenntnisse der menschlichen Anatomie, begleitet von guten Abbildungen, in einem trefflichen Werke niederlegte. Dadurch ward das Interesse an solchen Untersuchungen neu geweckt. Trotz des Widerspruches konservativ gesinnter Ärzte, welche alt gewohnten Ansichten zuliebe das Studium der Thatsachen verdammten, wiederholten die Schüler Vesals die anatomische Sektion menschlicher Leichen und dehnten ihre Beobachtungen auch auf den Bau der Tiere aus. Getrieben

[1]) Andreae Vesalii, De humani corporis fabrica libri septem. Basil. 1543.

von einer Begeisterung, welcher Marco Aurelio Severino ergreifenden Ausdruck verlieh: (Sit igitur perversa ac tricis plena haec res, sit perversa ac impedita, vincit tamen omnia labor improbus et nos huic et adjutori Deo confidimus difficultates aliquantopere superaturi. — Mag eine solche Untersuchung ungereimt und voll von Widerwärtigkeiten, verwickelt und misslich erscheinen, so überwindet doch redliche Arbeit alle Hindernisse und wir vertrauen ihr und der Hülfe Gottes, dass wir die Schwierigkeiten dereinst bezwingen werden), speicherten sie eine unschätzbare Summe von Kenntnissen auf, welche binnen hundert Jahren den grossartigsten Fortschritt der physiologischen Untersuchung durch Harvey (1578—1658) ermöglichte. Um seine Verdienste und die von ihm begründete Methode der exakten Forschung voll zu würdigen, wollen wir das anatomische Wissen vom menschlichen Bau, wie es zu Vesals Zeit beschaffen war, eingehender betrachten:

Ein festes knöchernes Gerüste — Skelet (Fig. 5) gewährleistet die Standfestigkeit und Beweglichkeit des grossen menschlichen Körpers.

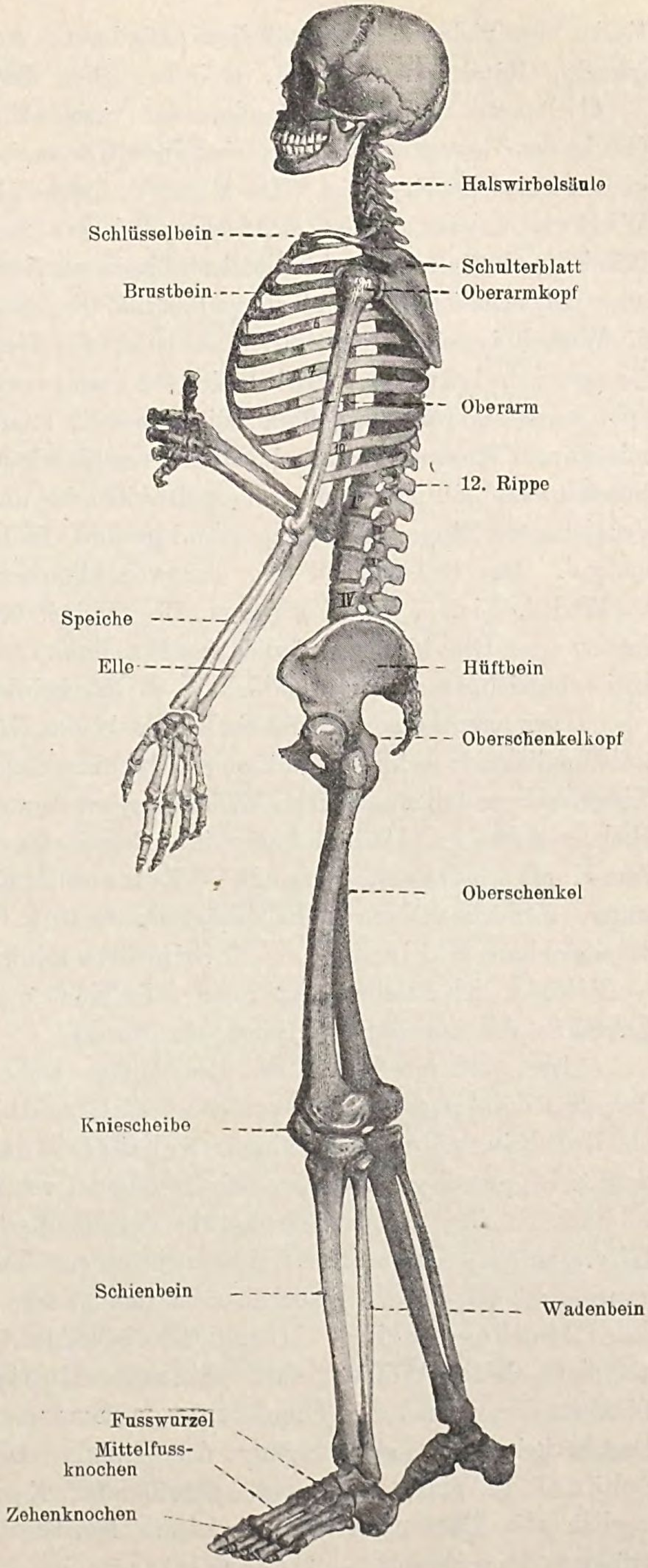


Fig. 5.
Seitenansicht eines weiblichen Skelets. 1/8 nat. Gr.
(Nach Fr. Arnold.)

Es ist aus vielen Knochenstücken aufgebaut, welche teils starr durch rauh gezackte Ränder — Nähte, teils beweglich durch glatt gewölbte Flächen — Gelenke und durch Bandmassen verbunden sind. Entsprechend dem Grade der Bewegungsfähigkeit einzelner Körperabschnitte zerfällt das Skelet in verschiedene Regionen. Im Rumpfe fügen 33 übereinander geschichtete Wirbel, welche mittelst elastischer Zwischenscheiben, Gelenkfortsätze und Bänder verknüpft sind, das elastisch biegsame Rückgrat — Wirbelsäule, an welchem bewegliche und starre Bezirke abwechseln. Die obere Halssäule (7 Wirbel) ist ein leicht spielender Stiel des Kopfes. Der ziemlich starren Brustwirbelsäule (12 Wirbel) sind 12 Paare vorwärts gekrümmter Knochenspangen — Rippen angefügt. Die oberen 7 Paare — wahre Rippen sind mit kurzen Knorpelstücken einer mittleren Knochenplatte — Brustbein verbunden, während gekrümmte Knorpelstreifen der unteren 5 Paare dem Knorpel der siebenten Rippe (Fig. 6) angeschmiegt sind, die letzten sogar frei im Fleische endend. Der Brustgegend folgt der vorn konvex gekrümmte Lendenteil (5 Wirbel, Fig. 5, *I—IV*), dessen Biegsamkeit Krümmung und Zusammenkauern des Oberkörpers möglich macht, dann 5 verwachsene als Kreuzbein bezeichnete Wirbel, endlich 4—5 unscheinbare Schwanzwirbel.

Dem Kreuzbeine fügt sich ein Reif der beiden Hüftbeine — das Becken fast unbeweglich an; es bildet den hintern Abschluss des Rumpfes, trägt die Last der Eingeweide und dient als festes Widerlager, an dem die Knochenröhren des Beinskeletes einlenken. Deshalb findet sich jederseits eine tiefe Hüftpfanne, die mit dem Kopfe des Oberschenkels — Femur ein freies Kugelgelenk bildet. Das untere Ende des Oberschenkels trägt das Gelenk für das nur in einer Ebene verschiebbare Schienbein — Tibia, dem seitlich das dünne Wadenbein — Fibula sich anlehnt. Ihre unteren Endflächen gelenken mit dem Knochenkomplexe des horizontal abgebogenen Fusses.

Der vorderen Wand des Brustkorbes steht der Schultergürtel als Traggurt des Armes an. Sein vorderes Schlüsselbein — Clavicula gelenkt am Brustbein, während das hintere Schulterblatt — Scapula verschiebbar an den Rippen liegt. Der Arm wird wiederum von drei langen Knochenröhren gebildet. In der flachen Gelenkgrube des Schulterblattes kann der Kopf des Oberarmes — Humerus frei bewegt werden. Dem anderen Ende des Oberarmes sind die beiden Knochenstäbe der zweiten Reihe gelenkig angefügt: das Ellenbogenbein — Ulna durch ein solides Charniergelenk und daneben auf einer kleinen Wölbung die Speiche — Radius. Letztere ist mit straffen Bändern der Wurzel des Handskeletes verbunden und ermöglicht durch ihre Drehbarkeit die Kehrbewegung der Hand. Das Skelet des Kopfes — Schädel ist eine Hohlkapsel gekrümmter Knochenschuppen, die unbeweglich mit Nähten zusammenstossen. Nur der untere hufeisenförmig gekrümmte Knochenreif — Unterkiefer ist im Gelenke beweglich.

Das Skelet wird von den rotfarbigen Muskeln bedeckt, langen oder kurzen, schmalen oder breiten Faserzügen, welche die Teile des Skeletes in

bestimmter Stellung erhalten und durch ihre Kontraktion verschieben. Ihre Anwesenheit erhält die Beine gestreckt und hält die etwas geschlängelte Wirbelsäule in aufrechter Haltung. Indem sie den Rippenkorb der Brust bekleiden und von dessen unterem Rande in breiten Lamellen — muskulöse Bauchdecke zum Becken ziehen, schliessen sie die von den Rippen umspannte Höhle des Leibes nach aussen ab. Letztere wird durch eine quere am Rückgrate, den untersten Rippen und dem Brustbeine entspringende, nach oben gewölbte Muskelplatte, das Zwerchfell — Diaphragma in eine Brust- und Bauchhöhle geschieden. Die Skeletmuskeln sind in besondere Gruppen geordnet. Das Relief der grösseren Komplexe schimmert durch die Haut und spiegelt ihr thätiges Spiel während der Bewegung an der äusseren Körperfläche. Die Muskeln vermögen nicht ihren Dienst ununterbrochen fortzuführen. Lange Fortsetzung der einseitigen Arbeitsleistung zieht Perioden der Abspannung nach sich und die ermüdeten Muskeln sammeln dann neue Stärke durch Ruhe und Zufuhr von Speise und Trank.

Die Leibeshöhle beherbergt die inneren Organe (Fig. 6, 7); in der Brusthöhle liegt das Herz (*H*) und die Lungen (*Lu*), in der Bauchhöhle der grösste Teil des Darmes, die Leber, Milz, Bauchspeicheldrüse, Harn- und Geschlechtsorgane. Die meisten der Leibeshöhlenorgane sind mehr oder weniger verschiebbar, deshalb ist ihre Oberfläche und die Innenwand der Brust- und Bauchwand von einer glatten schlüpfrigen Membran — Peritoneum überkleidet, das als Brust- und Bauchfell unterschieden wird.

Die tägliche Kost wird in ein schlauchförmiges Organ des Körpers — den Darmkanal eingeführt. Von der Mundhöhle und dem dahinter liegenden Rachen zieht die enge Speiseröhre — Oesophagus den Hals und die hintere Brustwand entlang, durchbohrt das Zwerchfell und leitet die Speise in den sackförmigen Magen (*M*). Die in der Mundhöhle zerkauten und mit Speichel durchfeuchteten Bissen werden im Magenraum in den Speisebrei umgewandelt und dann durch das rechts ausgezogene Magenende, Pförtner — Pylorus, das ein starker Wulst verschliessbar macht, in das 7—8 m lange cylindrische Darmrohr geleitet. Dieses ist vielfach gewunden, um Platz in der Bauchhöhle zu finden, an einer dünnen Membran, dem Gekröse — Mesenterium leicht verschiebbar aufgehängt und in verschiedene durch die Weite der Lichtung und die Lage charakterisierte Abschnitte geschieden, welche aus dem Speisebrei die aufnahmsfähigen — assimilierbaren Stoffe auswählen und die geringere unverdauliche Menge desselben durch wellenartige Bewegungen der Darmwand — peristaltische Kontraktionen nach aussen schieben. An den Magen schliesst zunächst der Dünndarm an, in drei Abschnitte gegliedert: Zwölffingerdarm — Duodenum, Leerdarm — Jejunum, Krummdarm — Ileum. Vor dem rechten Hüftbeine geht er in den Grimmdarm — Colon über, dessen sackförmige Kuppe, der Blinddarm — Coecum samt einem dünnen etwa fingerlang ausgezogenen Anhange Wurmfortsatze — Processus

vermiformis das Ende des Dünndarmes überragt. Der Grimmdarm zieht eine hufeisenförmige Schlinge durch die Leibeshöhle mit einem rechts aufsteigenden, einem queren und einem links absteigenden Schenkel. Der letzte

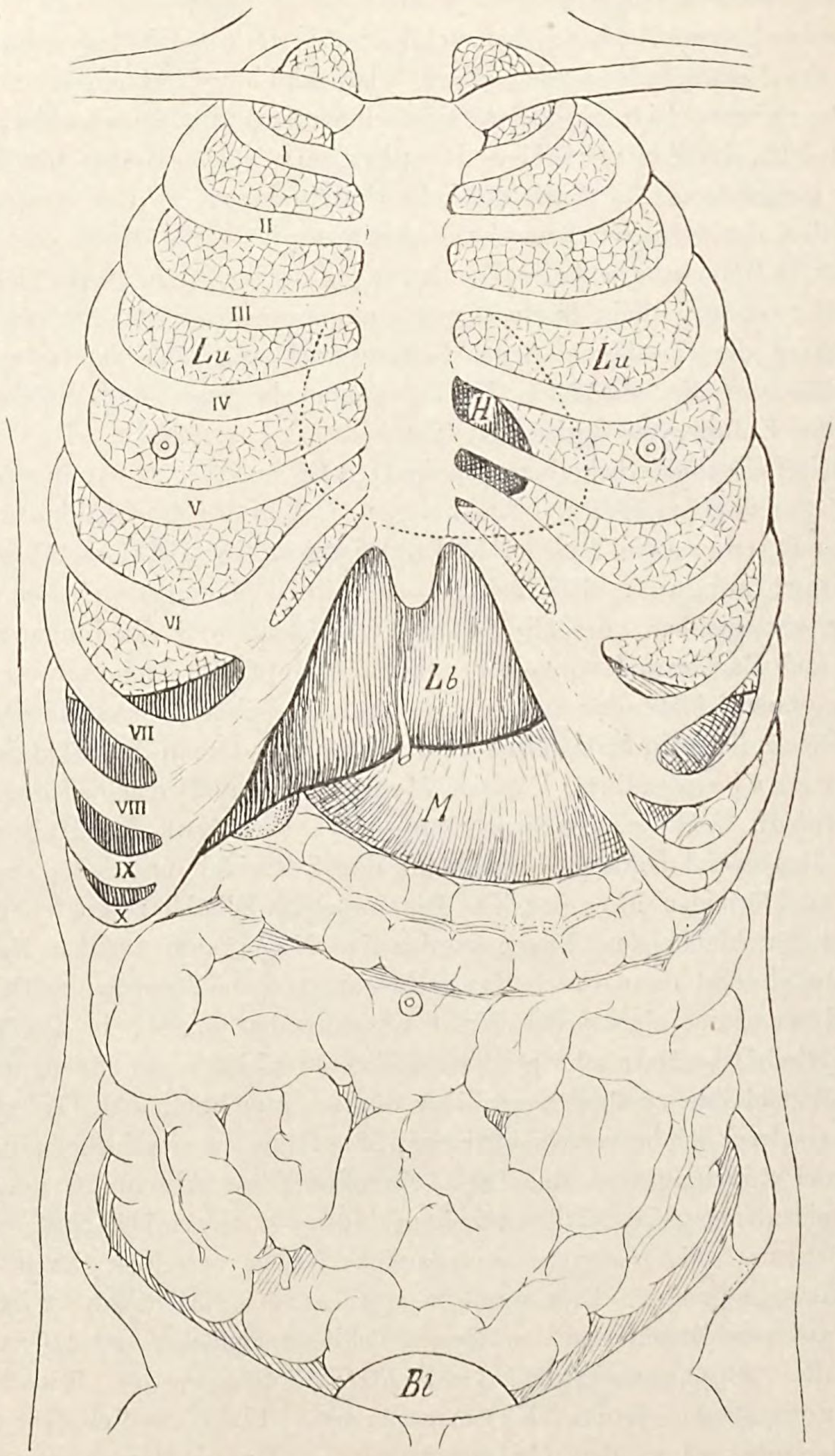


Fig. 6.
Schematische Darstellung der Eingeweide des menschlichen Leibes. Nach Hildebrand.
Bl Harnblase, *H* Herz, *Lb* Leber, *Lu* Lunge, *M* Magen, *I—X* Brustrippen.

Abschnitt des absteigenden Schenkels, der Mastdarm — Rectum durchsetzt in S-förmiger Krümmung die Beckenhöhle, um am After zu münden.

Am Zwölffingerdarme hängen zwei Organe: die grossmassige gelappte

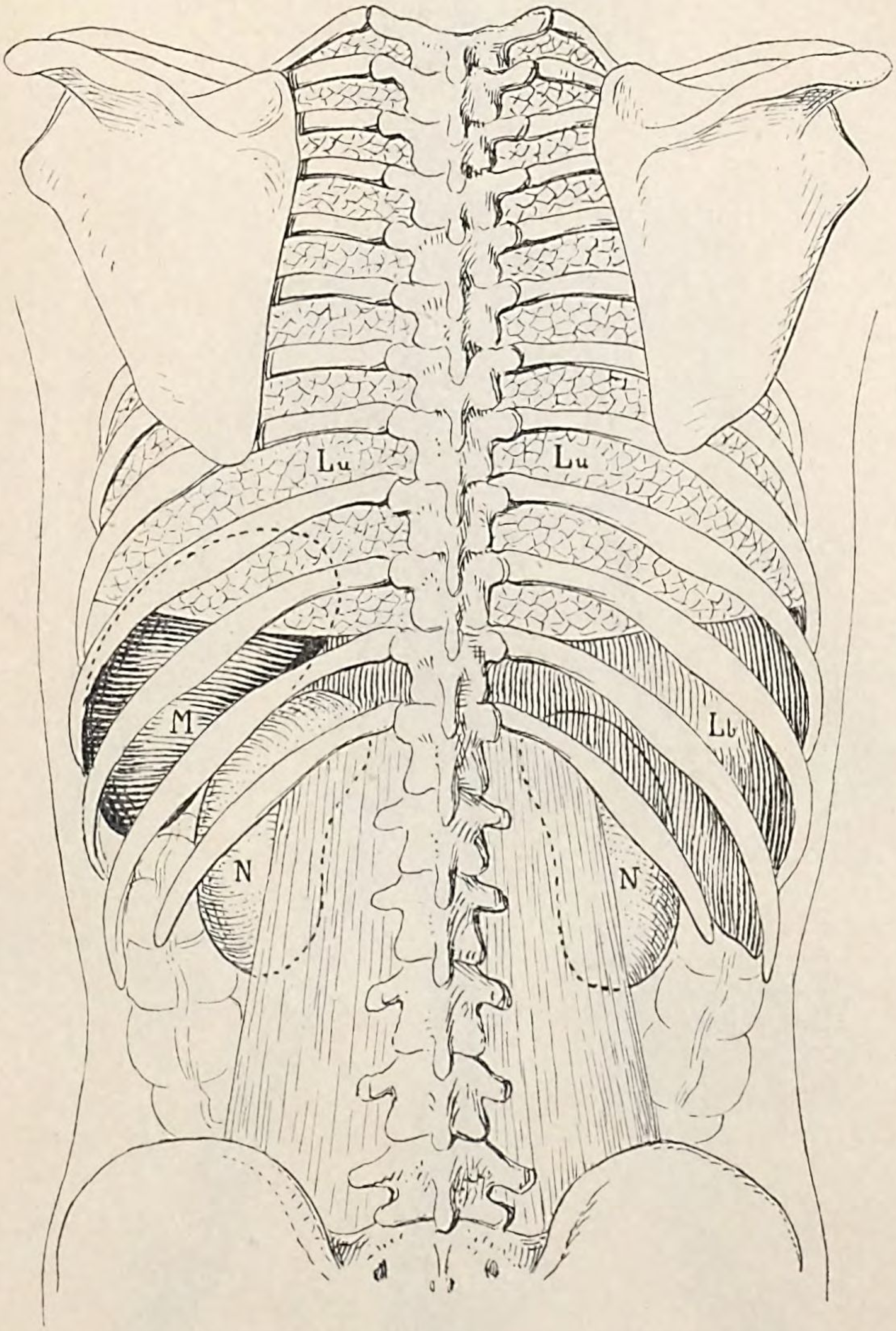


Fig. 7.
Schematische Darstellung der Eingeweide des menschlichen Leibes von der Rückenseite. Nach Hildebrand.
Lb Leber, *Lu* Lunge, *M* Milz, *N* Nieren.

Leber — Hepar und die lange platte Bauchspeicheldrüse — Pancreas. Die längsovale graurote Milz — Lien ist zwischen Magen, Zwerchfell und linke Niere eingeschaltet.

Zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule hängen die bohnenförmigen Nieren. Ihre Ausführgänge, Harnleiter — Ureter steigen gegen die Beckenhöhle herab und münden dort in die muskulöse Harnblase. Diese ist

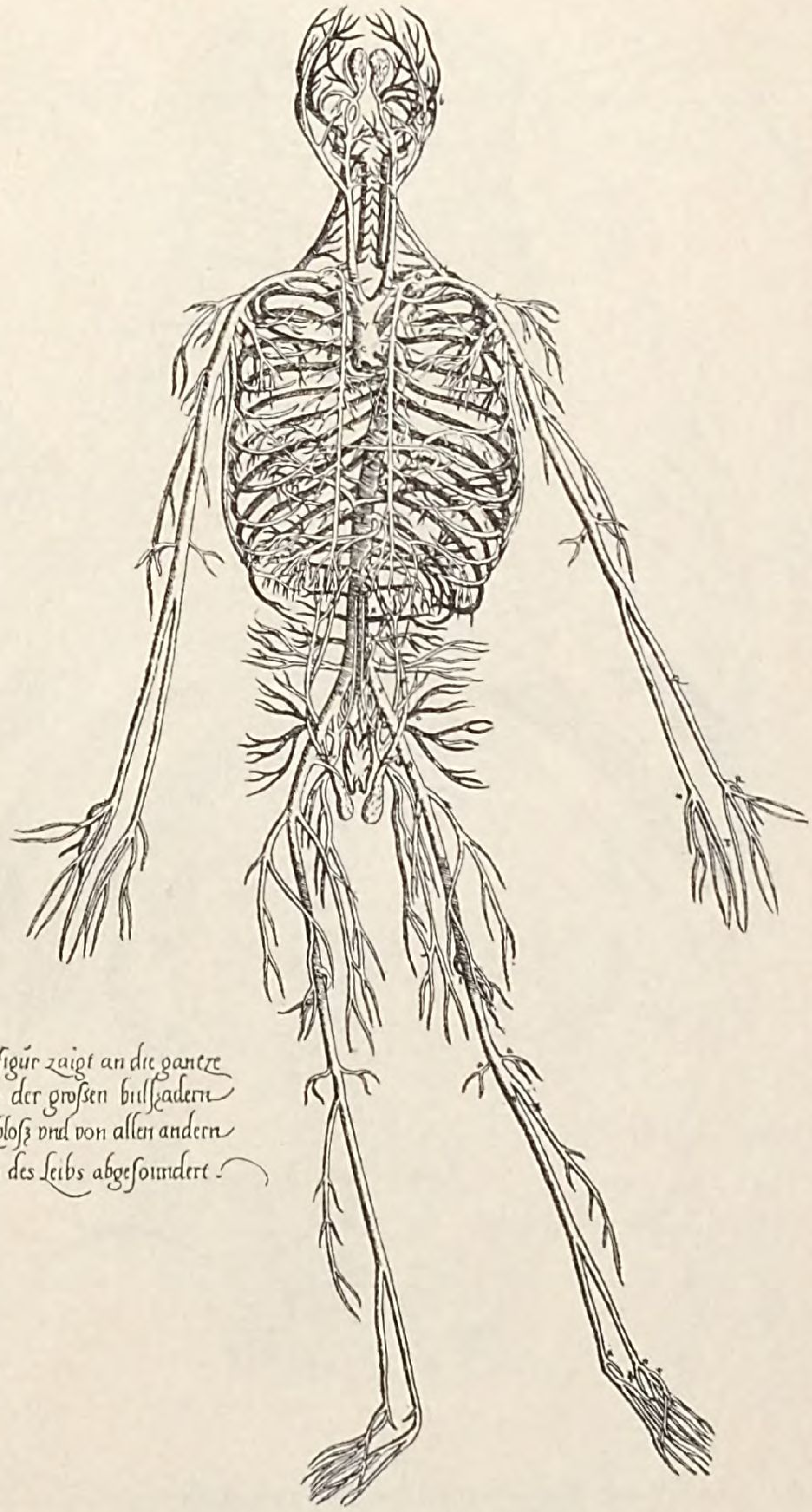


Fig. 8.
Die Arterien des menschlichen Körpers. Kopie einer Abbildung im Werke Vesals.

in die Harnröhre ausgezogen, welche am vorderen Rand der Beckenhöhle an der Haut sich öffnet. Vor den Nieren liegen die Geschlechtsorgane im untersten Raume der Leibeshöhle.

Da nur ein verhältnismässig geringer Bruchteil des Speisebreies, welchen die Sektion im Darme eines gefütterten Tieres vorfindet, als Kot ausgeworfen

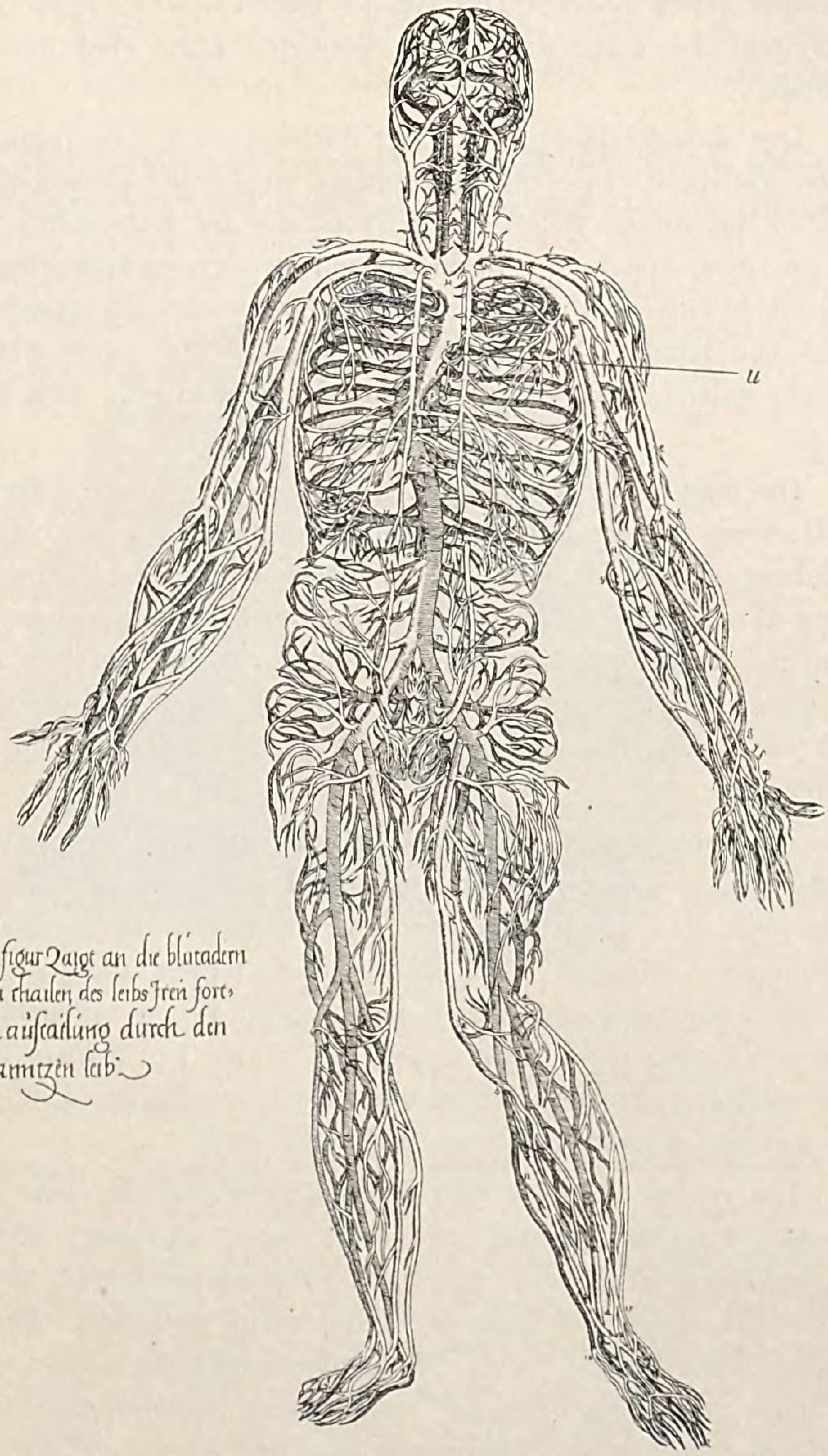


Fig. 9.
Die Venen des menschlichen Körpers. Kopie einer Abbildung im Werke Vesals.

wird, muss der übrige Teil im Körper verbleiben, jedoch den Darmkanal verlassen, weil derselbe mehrere Stunden nach der Mahlzeit und Kotausscheidung leer gefunden wird.

Als Hilfswerkzeuge für seine Verteilung kommen die Blutgefässe in Betracht, die als ein Gezweige hohler Röhren den ganzen Körper durchziehen und in alle Organe dringen. Nach der Stärke der Wandung sind zwei Gefässbäume unterschieden: Das Geäste der dickwandigen Arterien und das System der dünnwandigen Venen. Beide sind mit dem Herzen verbunden.

Der einfache Hauptstamm der Arterien — Aorta beginnt am linken Herzen als ein bogenförmig gekrümmtes Gefäss der Brusthöhle (Fig. 8) und steigt an der linken Seite der Wirbelsäule die Leibeshöhle herab (Aorta descendens) um in der Beckengegend zwei grosse Beinarterien abzugabeln. Nach oben entsendet der Aortenbogen grosse Arterienstämme in die Arme und in den Kopf. Die grossen Zweige der Aorta geben überall zahlreiche Äste ab, welche in die Organe eindringen und sich in noch feinere Gefässe spalten.

Das System der Venen (Fig. 9) lässt zwei grosse in die rechte Hälfte des Herzens mündende Hauptstämme unterscheiden (auf der Vesalschen Abbildung sind beide nicht scharf abgehoben). Der kürzere obere Stamm, obere Hohlvene — Vena cava superior sendet grosse Zweige in die Arme und den Kopf. Der längere untere Stamm, untere Hohlvene — Vena cava inferior zieht etwas rechts verschoben längs der Wirbelsäule durch die Bauchhöhle und spaltet sich in der Beckengegend in zwei grosse Beinvenen.

Die untere Hohlvene empfängt nahe der Einmündung ins Herz einen aus der Leber kommenden Stamm, die Lebervene — Vena hepatica. Diese stellt das Endstück eines sehr reichen Venengezweiges der Bauchhöhlenorgane: Magen, Darmschlauch, Mesenterium, Pankreas und Milz dar. Alle an den genannten Organen verlaufenden Venen sammeln sich in einem grossen Venenstamme, Pfortader — Vena portarum, welche in die Leber eindringend ein reich verästeltes Zweignetz bildet, das durch die Lebervene mit der unteren Hohlvene verknüpft wird.

Die grossen Arterien und Venenstämme und die meisten ihrer engeren Seitenäste verlaufen parallel und nahe neben einander, *aber sie scheinen doch vollkommen getrennt zu sein*[1]). Wenigstens konnte die Untersuchung mit blossem Auge den Zusammenhang nicht erkennen. Deshalb vertraten die alten Ärzte bis tief in das Mittelalter hinein die Lehre: *durch den Körper seien zwei von einander vollkommen unabhängige Gefässleitungen gelegt: das System der Hohlvenen und der Aorta, welche ganz entgegengesetzte Bedeutung besässen.* Jede Sektion eines toten Menschen oder eines Säugetieres bestärkte diese falsche Ansicht; denn die enge Lichtung der

1) Alle mit Cursivschrift gedruckten Abschnitte heben alte falsche Ansichten hervor.

Arterien wird nach dem Tode immer vollkommen leer, die Venen hingegen von geronnenem dunklen Blute erfüllt gefunden. Indem eine nach dem Tode beobachtete Eigenschaft auch während des Lebens als zutreffend betrachtet ward, hielt man dafür, *dass die Venen allein das Blut im Körper verteilen, während die Arterien nicht mit Flüssigkeit, sondern, wie Erasistratus zuerst aussprach, mit Luft erfüllt seien* (*ἀρτηρία* = Luftgefäss).

Trotzdem sind das arterielle und venöse Gezweige mit einem Centralorgane, dem Herzen (Fig. 10) verbunden; dasselbe liegt als ein kegelförmiger

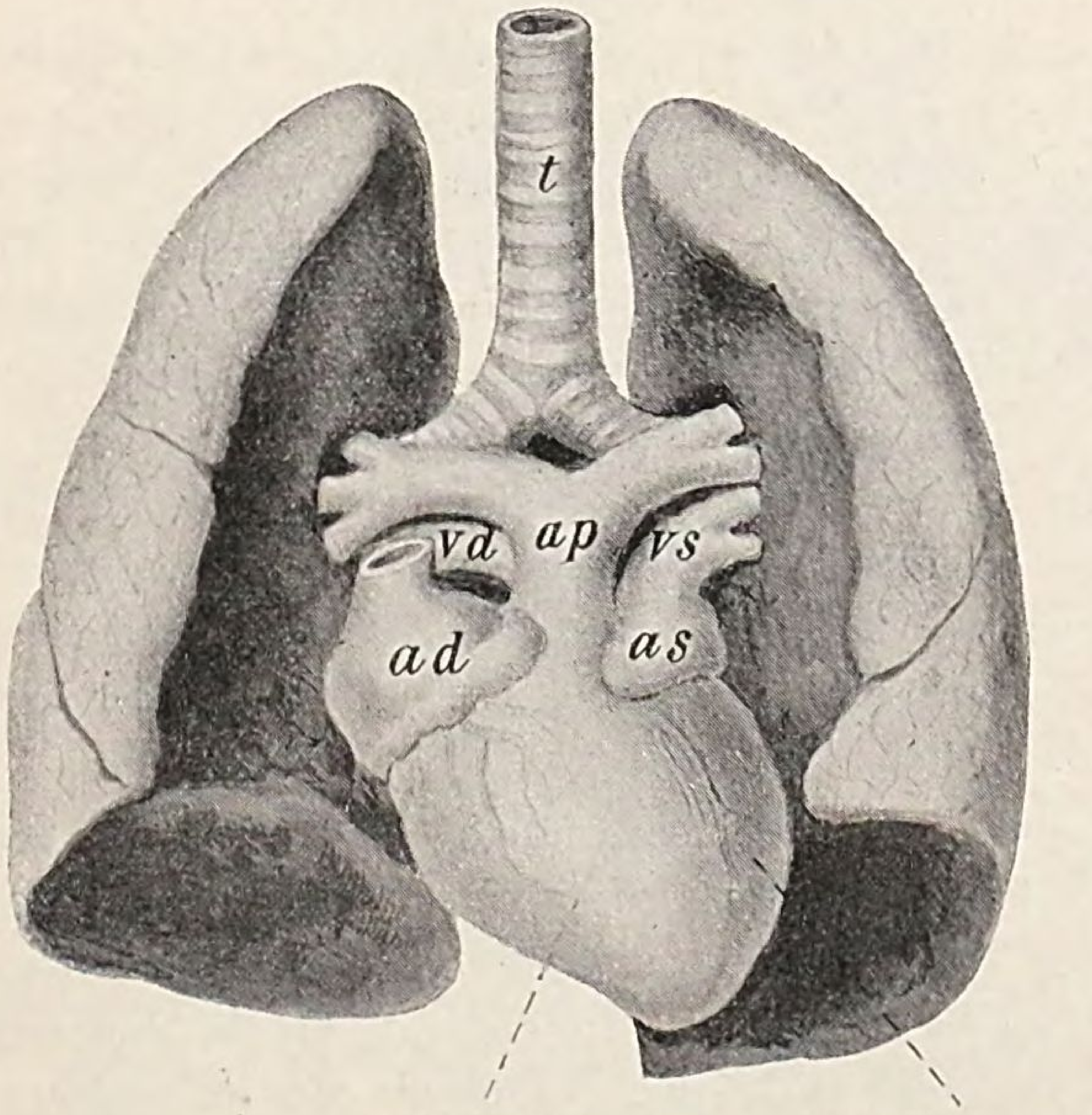


Fig. 10.

Herz und Lungen des Menschen von vorne betrachtet. Die Lungen sind zur Seite gezogen ($^1/_2$).

ad rechter Vorhof, *as* linker Vorhof, *ap* Lnngenarterie der rechten Herzkammer, *t* Luftröhre, *vd*, *vs* rechte und linke Lungenvene des linken Herzvorhofes.

hohler Muskel in einer tiefen Einbuchtung der einander zugekehrten Lungenflächen eingebettet und ist umhüllt von einem dünnen Sacke, dem Herzbeutel — Pericardium. Es ist in eine rechte und linke Hälfte geschieden, so zwar, dass die Venenstämme mit der rechten, die Aorta mit der linken Hälfte kommunizieren, ausserdem strahlen aus jeder Hälfte zwei grosse Gefässe in die Lungen. Jede Herzhälfte zerfällt wieder in zwei Abteilungen: den dünnwandigen Vorhof — Atrium und die dickwandige Kammer — Ventriculus. Diese haben ganz bestimmte Beziehungen zu den Gefässen: die Venen kommunizieren mit den Vorhöfen, die Arterien mit den Kammern. Die obere und untere Hohlvene münden in den rechten Vorhof, die zwei aus

der Lunge kommenden Lungenvenen — Vena pulmonalis in das linke Atrium. Jeder Ventrikel entsendet einen grossen Arterienstamm, dessen Ursprungsstelle Ostium arteriosum genannt wird: die rechte Kammer die Lungenarterie — Arteria pulmonalis, die linke Kammer die grosse Körperarterie — Aorta.

Die Kapacität der vier Herzabteilungen beträgt:

beim rechten Vorhof	110—185	ccm.
„ linken Vorhof	100—130	„
bei der rechten Kammer	160—230	„
„ linken Kammer	143—212	„

Das lebende Herz bewegt sich unablässig. In rhythmischem Schlage erweitert und verengt sich seine Höhle durch Erschlaffung — Diastole und Zusammenziehung — Systole der muskulösen Herzwand. Aber die beiden Abschnitte jeder Herzhälfte spielen nicht gleichzeitig. Die Systole des Vorhofes geht voraus, ihr folgt rasch wie einem Vorschlage die Kontraktion der Kammern, nach einer kurzen Pause hebt die Zusammenziehung des Vorhofes wieder an. So alternieren in ganz bestimmtem Takte Systole des Vorhofes mit Diastole der Kammer und Diastole des Vorhofes mit Systole der Kammer. Der rhythmische Wechsel von Erweiterung und Verengerung wird nicht bloss am Herzen, sondern auch an den Arterien (Schlagader, Pulsadern) beobachtet und Pulsschlag genannt (doch erfolgt er hier aus anderen Ursachen. Vergl. p. 47).

Womit sind die Herzhöhlen erfüllt? In Konsequenz der oben angeführten Lehre schloss man, *dass die rechte mit den Hohlvenen verbundene Herzhälfte von Blut strotze, hingegen die linke der Aorta anhängende Hälfte voll Luft geblasen sei.* In dieser falschen Vorstellung befangen haben die alten Ärzte wohl ganz richtig die Funktion der rechten Herzhälfte aus ihrem Baue erschlossen, jedoch in Bezug auf das linke Herz lange Jahre höchst abenteuerlichen Vermutungen beigestimmt.

Der Schlag der rechten Herzhälfte muss diese mit Blut erfüllen, weil ein mit dem blutgefüllten Kanalwerk der Venen verbundener kontraktiler Raum durch seine Erweiterung Flüssigkeit in seine Höhle einsaugt, so wie ein zusammengedrückter unter Wasser in die kugelige Form zurückkehrender Spritzball sich mit Wasser füllt. Also saugt jede Diastole des rechten Vorhofes Blut aus den beiden Hohlvenen (Fig. 11, *Vci*, *Vcs*) ein. Vesal wusste, dass die sofort folgende Systole des Vorhofes das Blut nicht mehr in die Venen zurück, sondern in die rechte Herzkammer und dann in die Lungenarterie presst, weil dünne Membranen als Steuerungsmittel dieser Stromrichtung in die Herzhöhle eingefügt sind. An der Verbindungspforte (Fig. 11) zwischen dem rechten Vorhofe und der rechten Kammer — Ostium atrio-ventriculare springt nämlich eine quere Scheidewand ein, die von einem Y-förmigen Spalt zerschlissen ist und deshalb dreizipfelige Klappe — Valvula

tricuspidalis genannt wird. Sehnige Stränge — Chordae tendineae, von den freien Zipfelrändern gegen Zapfen — Musculi papillares der unebenen Kammerwand gespannt, befestigen die Klappe so, dass sie die Bewegung des Blutes nur in der Richtung aus dem sich kontrahierenden Vorhofe in die diastolisch erweiterte Kammer gestattet, indem sie sich dabei der Kammerwand anschmiegt. Bei der Kontraktion des blutgefüllten Ventrikels aber werden die Zipfel der

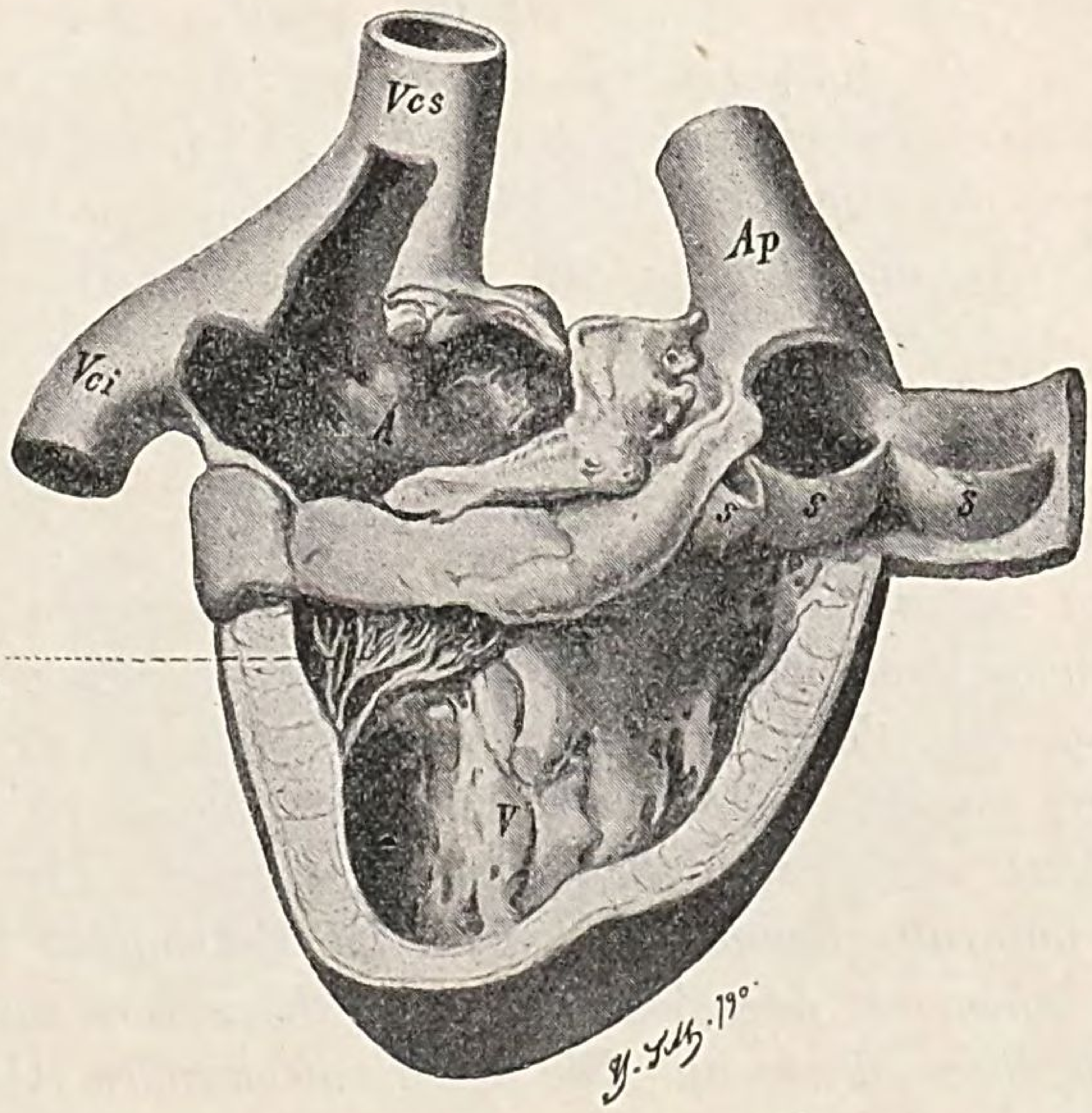


Fig. 11.

Die rechte Hälfte eines Kalbsherzens. Vorhof und Kammer sind eröffnet (1/2).
A rechter Vorhof, *Ap* Lungenarterie, *s*, *s*, *s* halbmondförmige Taschenklappen am Ostium arteriosum der Lungenarterie, *V* rechte Kammer, *Vci* untere, *Vcs* obere Hohlvene.

Klappe aufgebläht, die Schlitzränder an einander gepresst und auf solche Weise dem Blut der Rückweg in den Vorhof verlegt. Die dabei gespannten Sehnenfäden machen den Umschlag der Faltenränder gegen die Vorhofshöhle ganz unmöglich. („Valvulae tricuspidales, quae sanguinem dilatato corde in ventriculum ex cava influere admittunt, at compresso corde ne idem in cavam refluat, prohibent.“ Vesal.) Der kontrahierende rechte Ventrikel muss deshalb das Blut nach einer anderen Richtung treiben, nämlich in die von ihm entspringende Lungenarterie — Arteria pulmonalis (Fig 11, *Ap*) und deren in der Lungensubstanz eingebetteten Zweige. Der Eingang in die Lungenarterie — Ostium arteriosum ist ebenfalls von einer dünnen Y-förmig geschlitzten Membran verhängt, deren drei halbmondförmige Stücke — Valvulae semilunares (Fig. 11, *s*, *s*, *s*) dem ausströmenden Blute keinen Widerstand entgegen setzen, sich aber während der Diastole des Ventrikels durch den Druck des in der Lungenarterie stehenden Blutes

aufblähen, dicht zusammenlegen und den Rückfluss gegen den Ventrikel stauen.

Obgleich die mechanische Thätigkeit der rechten Herzhälfte von Vesal ganz richtig dargelegt war, bot die Beantwortung der Frage, wie das Blut in dem prall erfüllten Rohrnetze der Venen bewegt werde, grosse Schwierigkeit und man nahm ohne weitere Begründung an: *es fluktuiere in den Gefässen bald gegen die rechte Herzhälfte, bald rückläufig und schwemme auf diese Weise die dem Speisebreie des Darmes entnommenen Nahrungsteilchen in alle Körperbezirke. Der von den Darmvenen eingesogene Nährsaft muss jedoch zuvor durch die Thätigkeit der Leber, der Milz und Nieren gereinigt und eingedickt werden. Dem aus den Darmvenen durch die Pfortader zugeleiteten Blute fügt die Leber ein „ornamentum" bei, das die Verwandlung des Speisesaftes in fertiges Blut begünstigt, andrerseits scheidet sie die gelbe und schwarze Galle als unbrauchbare Schlacke ab. Die dünne gelbe Galle fliesst durch die Gallengänge in die Gallenblase und den Darm, um mit dem Kote entleert zu werden. Das kotig verunreinigte Blut und die schwarze Galle wird von der Milz zur eigenen Ernährung verarbeitet. Das gereinigte Leberblut fällt in die Zweige der Vena cava, nur noch mit wässriger Schlacke beladen, diese wird von den Nieren ausgeschieden und durch die Harnwege entfernt. Jetzt erst besitzt das Blut ernährende Eigenschaft, die man Spiritus naturalis nannte, und wallt im Venennetze hin und her. Die Organe ziehen aus dem Venenblute die ihnen vertrauten Substanzen und lagern sie ihrer Masse an. Die dabei entstehenden Abfälle werden durch eigene Gänge abgeleitet.*

Die Ärzte des Mittelalters standen so tief im Banne medizinischer Lehren des Altertums, dass sie nicht im stande waren, auch die Funktion der linken Herzhälfte richtig zu analysieren. Sie verabsäumten es geflissentlich, durch die Beobachtung am lebenden Tiere die Richtigkeit ihrer Ansichten zu prüfen und blieben dem von Galen aufgestellten Dogma hold, *dass durch die Arterien und die linke Herzhälfte nur Luft streiche, welche durch die Lungen in das arterielle Rohrsystem eingeführt werden sollte.*

Um den verschlungenen Pfad dieser Irrlehre zu verstehen, wird die Kenntnis der Lungen und ihrer anatomischen Beziehungen zum Herzen notwendig. Die kegelförmigen Lungen liegen in Säcken des Brustfelles rechts und links vom Herzen als grosse schwammige Hohlorgane. Rhythmische Atemzüge saugen während des Lebens Luft in die Lungenhöhlen ein und blasen sie wieder aus durch einen am Halse aufsteigenden, von Knorpelringen versteiften Kanal, Luftröhre — Trachea. Seine hinter der Zunge am Boden der Rachenhöhle liegende Eingangspforte, Kehlspalte wird von einem Knorpelgehäuse, Kehlkopf — Larynx gefestigt und ist durch eine zungenförmige Falte, Kehldeckel — Epiglottis verschliess-

bar, damit nicht etwa Nahrungsbissen den Luftkanal verstopfen. Die Atemluft wird zunächst durch die Nüstern in die beiden Nasenhöhlen, durch deren hintere Öffnungen — Choanen in den Rachen, dann in die Luftröhre gesogen und kommt in die Lungenhöhle, weil die Luftröhre (Fig. 12) sich an der vorderen Grenze der Brusthöhle in zwei Hauptäste — Bronchi gabelt, welche in die Lunge eindringend sich in ein Geäste dünner Zweig-

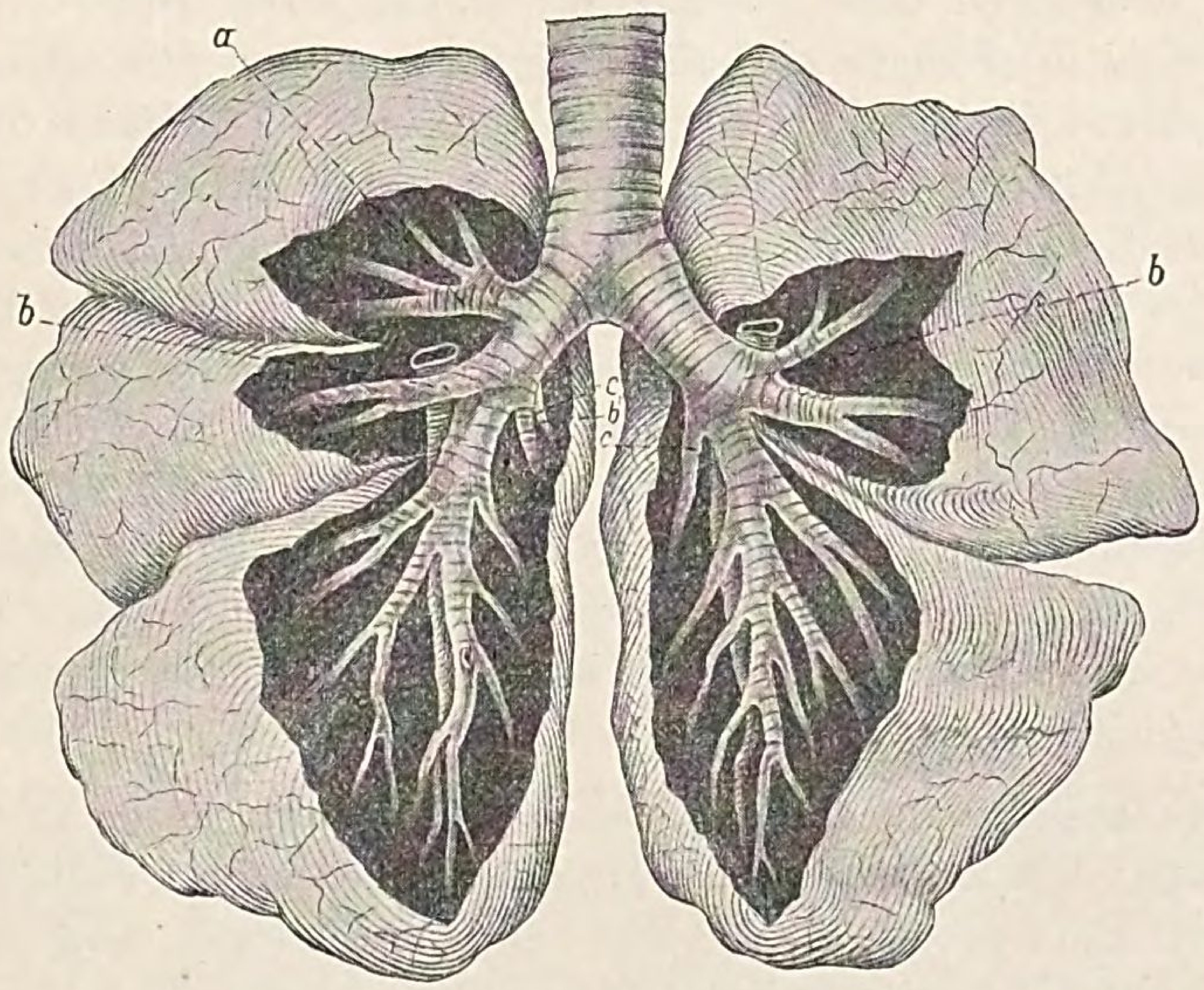


Fig. 12.
Bronchialbaum der menschlichen Lunge. Nach Aeby. 1/2 nat. Gr.
a, *b*, *c* Seitenzweige der Luftröhre.

röhren — Bronchialbaum auflösen. Dicht neben den beiden Lungenbronchen treten auch grosse Gefässe: die Lungenarterien und die Lungenvenen in die Lunge ein und vergesellschaften ihr Zweigwerk mit den Bronchialästen.

Die benachbarte Lage und innige Gefässverbindung von Herz und Lungen (Fig. 10) brachte die alten Ärzte auf den Gedanken:

„Herz und Lunge seien Teile eines zusammengehörigen Organkomplexes, nur besässen beide Herzhälften ganz verschiedene Beziehungen zur Lunge: Während die rechte Kammer durch die Lungenarterien ernährendes Venenblut in die Lungensubstanz sendet, saugt der linke Vorhof durch die Lungenvenen Luft aus der Lungenhöhle ein.

Der Anschein mancher Thatsache schien für die Irrlehre zu sprechen. Nach dem Tode zeigen die Arterien samt der linken Herzhälfte genau das gleiche Aussehen wie die Luftröhre und deren Lungenzweige; man vermisst in allen jede Spur eines flüssigen Inhaltes. Die vollkommen unberechtigte Verallgemeinerung einer an der Leiche beobachteten Eigenschaft der Körper-

arterien auf den Zustand pulsierenden Lebens erschien den alten Ärzten so unfehlbar richtig, dass niemand Luft in das linke Herz durch die Luftröhre einzublasen und damit die autorisierte Lehre zu prüfen versuchte.

Wie Galen sagte, *ist das in den Arterien eingeschlossene Medium nicht reine Luft, sondern eine durch Einwirkung der linken Herzhälfte veränderte „luftförmige“ (gasförmige) Substanz, nach der Ausdrucksweise des Mittelalters ein besonderer Geist — Spiritus vitalis. Die durch die Atembewegungen in die Lungen eingeführte Luft sollte hier „dem Herzen vorbereitet“, durch die Lungenvenen in den linken Vorhof bezw. die linke Kammer geleitet werden und dort kraft „der dem linken Ventrikel eingepflanzten Wärme“ und durch Zusatz von etwas Blut in Spiritus vitalis umgewandelt werden. Zugleich sollte die Luft die dem linken Ventrikel eingepflanzte Wärme reinigen und nähren. Die Abfälle würden durch die Lungen abgeführt, hingegen der Spiritus vitalis samt der neu erzeugten Wärme vermöge der Pulsationen der linken Herzhälfte und der Arterien im Körper verbreitet. Der Pulsschlag der Arterien sollte überdies den Zweck haben, Luft auch durch die Haut zu saugen, um dem arteriellen System eine ausreichende Menge derselben zur Bereitung des Spiritus vitalis einzuverleiben.*

Solche Ansichten fanden allgemeinen Beifall, trotzdem die anatomische Untersuchung eine in den wesentlichen Eigentümlichkeiten fast vollständige Übereinstimmung des Baues beider Herzhälften erwiesen hatte. Auch in das Ostium atrioventriculare der linken Herzhälfte ist eine membranöse Scheidewand wie eine Steuerungsklappe gespannt und durch einen geraden Schlitz in zwei Zipfel zerlegt — Valvula mitralis. Die Zipfelränder werden ebenfalls durch Chordae tendineae gegen die Kammerwand gespannt; am Ostium arteriosum der linken Kammer stehen gleichfalls drei Semilunarfalten wie an der Austrittsstelle der Lungenarterie. Man sollte meinen, die getreue Nachbildung der auf der rechten Seite bestehenden Verhältnisse hätte jedermann bestimmen müssen, die gleiche Bedeutung dieser Vorrichtungen auch für die linke Herzhälfte anzunehmen.

Allein die unbedingte Unterwerfung unter die Autorität der römischen Ärzte verleitete die mittelalterlichen Ärzte trotz des lauten Protestes des anatomischen Befundes, die Anwesenheit des luftförmigen Inhaltes in der linken Herzhälfte als sichere Thatsache vorzutragen. *Die linken Atrioventrikularklappen sollten nach der damaligen Meinung den Austritt der Lebensgeister in die Lunge verhindern. Das zur Bereitung der Lebensgeister notwendige Blut sollte aus der rechten blutreichen Kammer durch Poren der Ventrikelscheidewand in den linken Ventrikel schwitzen.* Obwohl niemand die Poren selbst gesehen und der exakt beobachtende Vesal die solide Scheidewand beider Kammern als einen triftigen Einwurf gegen die Schwitztheorie erkannt hatte, berichtete er doch die falsche Ansicht Galens, nicht weil er sie für richtig hält,

sondern („quod in novo passim partium usu officioque referendo adhuc mihi diffidam, neque ita pridem de medicorum principis Galeni sententia vel latum unguem hic declinare ausus fuerim“), weil er sich noch misstraut, wenn er hier und dort neue Ansichten über Zweck und Thätigkeit der Organe vorträgt. Vor nicht gar langer Zeit hätte er nicht gewagt, nur einen Finger breit von der Meinung des Galenus, des ersten unter den Ärzten abzuweichen.

Im menschlichen Körper verbreitet sich ausser den Blutgefässen ein drittes Zweignetz von weissen Strängen — Nerven. Sie dringen in alle Bezirke und strahlen wie die Blutgefässe in die Organe selbst ein. Alle Zweige lassen sich zu einer gemeinsamen Ursprungswurzel zurückverfolgen — dem Gehirne und dem Rückenmarke, das in der Schädelhöhle und dem Kanale der Wirbelsäule eingeschlossen ist. Da die weiche Konsistenz des nervösen Centralorgans der Methode der damaligen Untersuchung ein unüberwindliches Hindernis entgegensetzte, konnten wiederum anstatt sicherer Kenntnisse nur Vermutungen über die Bedeutung dieses Nervengezweiges vorgetragen werden. *Das Gehirn sollte aus einem Teile der Atemluft, welcher von der Nasenhöhle ganz direkt in die Schädelhöhle eindränge* (trotzdem die Gangbarkeit dieses Weges niemals nachgewiesen werden konnte), *und dem von den Gehirnarterien hergebrachten Spiritus vitalis, einen „Spiritus animalis“ bereiten und allen Organen mitteilen durch die Nerven, welche der Vermutung zuliebe für hohl gehalten wurden. Alle Organe des Körpers würden durch die Zufuhr des nährhaltigen Venenblutes, des Spiritus vitalis, und der Wärme der Arterien und des Spiritus animalis zur Thätigkeit befähigt.*

Das ganze Mittelalter hatte gar kein Bewusstsein, dass die Wahrheit der eben skizzierten anatomischen Lehren nicht durch den ehrwürdigen Namen ihres Urhebers gewährleistet werde, sondern nur dadurch bewiesen werden kann, dass man am lebenden Objekte nachsieht, ob die Vorgänge wirklich so verlaufen, wie sie die wissenschaftliche Schule darstellt. Obwohl die Künstler in Italien längst mit Erfolg begonnen hatten, die Natur selbst und nicht die von der Schule überlieferten Modelle anzugehen, beherrschte seltsamerweise die Ärzte immer noch eine ängstliche Scheu vor dem Studium der natürlichen Objekte, bis endlich ein selbständiger Kopf, William Harvey (1586—1656) Anstoss an den Widersprüchen der Theorie nahm und den Entschluss fasste, die vom alten Galenus gelehrten Vorgänge, die bisher nur nach dem Leichenbefund erschlossen waren, am lebenden Tiere selbst anzusehen und durch Versuche Natur und Richtung der innerhalb der Gefässnetze des tierischen Körpers strömenden Substanzen festzustellen.

„Unde probare vel improbare vel reprobare omnia ab examinatione minutim facta debemus: examinare vero et experiri, an recte an perperam dicta sint, ad sensum deducere oportet et sensus judicio confirmare et stabilire, ubi si quid fictum, non latet“. (Wir

müssen unsern Beifall, Widerspruch oder Bestätigung stets von einer ins Detail gehenden Untersuchung abhängig machen. Man muss aber die Probe und die Versuche, ob eine Angabe richtig oder falsch sei, auf die sinnliche Wahrnehmung zurückführen und alle Lehren durch das Urteil unserer Sinnesorgane begründen und sicher stellen. Dabei kann nicht verborgen bleiben, wenn etwas unrichtig ist).

Harvey ging sorgfältig zu Werke. Mehr als 20 Jahre erwog er die Widersprüche, welche zwischen der herrschenden physiologischen Lehre, den Ansichten seiner Vorläufer: Miguel Serveto (1509—1253), Realdo Colombo (gest. 1559), Caesalpini (1519—1613) und seinen eigenen Experimenten bestanden. Erst nachdem vielfach wiederholte Versuche und die Gewissheit, alle gegen ihre Beweiskraft erhobenen Einwände widerlegen zu können, seine Überzeugung unerschütterlich gestärkt hatten, wagte er 1628 die Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus zu Frankfurt a/M. zu veröffentlichen und damit der wissenschaftlichen Welt die Beweise vorzulegen, dass die linke Herzhälfte samt dem arteriellen Netze von hellrotem Blut erfüllt ist.

Durch eigene Forschung wohl vorbereitet für den wissenschaftlichen Kampf brachte er die Anhänger der alten Lehren durch die Fragen in Verlegenheit: Warum unter der Voraussetzung, der Pulsschlag der Arterien sauge Luft durch die Haut ein, der Puls nicht geschwächt oder verlangsamt werde, wenn der Mensch im Wasser bade? Wie vermögen ferner die Leibesfrüchte der Säugetiere durch die Bauchdecke der Mutter, wie die Delphine, Wale und alle Fische im Wasser Luft in die Arterien aufzunehmen? In welcher Weise lässt sich mit der Galenschen Lehre die Thatsache vereinen, dass bei Durchschneidung der Luftröhre eines lebenden Tieres Luft ein- und ausströmt, während aus einer blossgelegten und dann zerrissenen Arterie hellrote Blutstrahlen mit solcher Kraft und so andauernd ausspritzen, dass sogar der Tod eintreten kann, wenn die Blutung nicht rasch genug gestillt wird? Die Entleerung einer solch bedeutenden Blutmenge ist doch nur durch die Annahme verständlich, dass dieselbe in den arteriellen Gefässen enthalten war und dass das ganze arterielle System ebenso prall mit Blut erfüllt ist wie das venöse Netz.

Aber nicht bloss die Arterien, auch die linke Herzhälfte, in der die Aorta wurzelt, muss vom Blute strotzen. Einerseits weist der übereinstimmende anatomische Aufbau beider Herzhälften darauf hin. Die gleiche Scheidung in Vorhof und Kammer, die gleiche Anordnung der Atrioventrikularklappen an der Kommunikationsstelle beider Räume, das übereinstimmende Vorkommen der Semilunarklappen sowohl an der Wurzel der Lungenarterie, wie der Aorta deuten gleichwertige Leistungen an. Wenn die rechte Herzkammer das Venenblut in die Lungenarterie stösst, dann muss die linke Herzkammer ebenfalls flüssiges Blut in die Arterien hinaustreiben. Jeden-

falls ist der Bau der linken Herzhälfte in keiner Weise geeignet, um den Weg der Lebensgeister in die Arterien und der schlechten Dünste in die Lungen wirksam zu scheiden. Andererseits gelingt es niemals, Luft durch die Lungen in die linke Herzkammer oder umgekehrt zu blasen. Der Sektionsbefund lehrt ferner untrüglich, dass beide Ventrikel mit Blut erfüllt sind und die Beobachtung eines am lebenden Tiere blossgelegten Herzens, dessen linke Kammerwand angeschnitten wird, zeigt, dass richtiges warmes hellrotes Blut dem linken Ventrikel entquillt. Aus diesen Gründen müssen alle Abschnitte des Herzens dem Blute zugänglich sein, alle Gefässe von rotem Safte strotzen und diese Flüssigkeitsmenge muss sich immerfort bewegen, weil der nie rastende Herzschlag gar keinen Stillstand erlaubt.

Nachdem die Versuche Harvey zu dieser richtigen Erkenntnis geführt hatten, erwuchs ihm die Aufgabe, die Richtung des Stromes innerhalb des Gefässnetzes zu bestimmen und da gewann eine länger bekannte anatomische Thatsache wichtige Bedeutung. Obwohl Vesal bereits die stauende Wirkung der atrioventrikularen Segelklappen auf einen von der Herzkammer gegen den Vorhof gerichteten Strom erkannt hatte, hatte niemand die Entdeckung seines Lehrers Fabricius ab Aquapendente (1574), dass in den Venen dünne taschenförmige Falten der Wand — Venenklappen (Fig. 13) vorhanden seien, richtig bemessen. Die damaligen Anatomen, welche von Jugend auf die Irrlehre der Fluktuationsströmung im Venensysteme (p. 40) eingesogen hatten, sahen nicht ein, welch kräftiges Hindernis die Klappen einem vom rechten Herzen in die Venen enteilenden Strome entgegenstellen, sondern glaubten, *dieselben sollten nur die Schnelligkeit der peripher gerichteten Strömung abschwächen.* Harvey bedurfte umständlicher Beweisführung, um die Einsicht zu verbreiten, dass die taschenförmigen Venenklappen durch die auf ihnen lastende Blutmenge aufgetrieben werden und jede Bewegung in peripherer Richtung, d. h. den Rückfluss des Blutes aus den grossen Venen in die kleinen

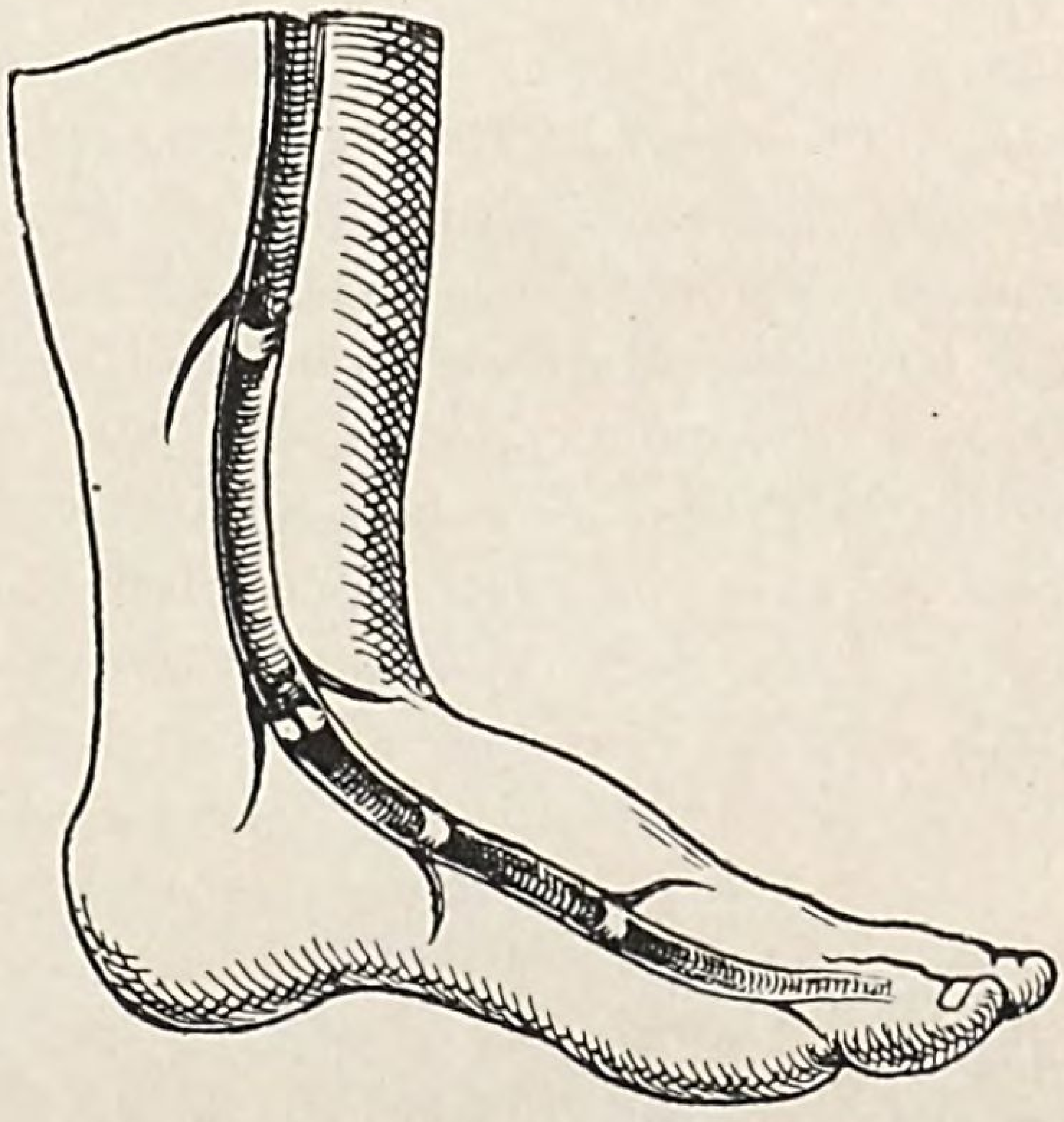


Fig. 13.
Die Klappen einer Vene des menschlichen Fusses. (Kopie einer Abbildung in der Abhandlung von Fabricius: De venarum ostiolis.)

Äste stauen, hingegen von einem aus den kleinen Ästen in die grossen Stämme aufsteigenden Strome leicht an die Wand gedrückt werden (vergl. Fig. 36). Deshalb muss das dunkle Blut des gesamten Venensystemes ausschliesslich aus den feinen Zweigen in die grossen Äste, endlich in den Vorhof des rechten Herzens — cordipetal, aber niemals umgekehrt fliessen und die Venenklappen wirken als zahlreiche Sicherungssteuer der cordipetalen Stromrichtung. Aus dem rechten Vorhofe wird das eingesaugte Venenblut in die rechte Herzkammer getrieben, die Atrioventrikularklappen verlegen ihm den Rückweg gegen den Vorhof und so presst die Systole der rechten Kammer das Venenblut in die Lungenarterie.

Der linke Ventrikel aber muss das in ihm enthaltene Blut in die Aorta senden, denn die Mitralklappe verhindert seinen Rückfluss in den linken Vorhof, während die drei halbmondförmigen Klappen an der Mündung der Aorta durch den Strom des Blutes auseinanderweichen, sich bei der Systole platt der Wand jener Gefässe anlegen und die im Ventrikel enthaltene Flüssigkeit ungehindert passieren lassen. Sowie aber die Diastole der linken Kammer einsetzt, werden die Semilunarklappen wie flache Schürzentaschen von dem in den Arterien zurückstauenden Blute gefüllt, in das Lumen herabgedrückt und versagen dem Blute den Rückfluss in den Ventrikel. Also muss das Blut in den Arterien nach der Peripherie — cordifugal, aus den grossen Stämmen in die kleinen Äste fliessen. Das Experiment beweist es: Wenn man eine oberflächliche blau durch die Haut schimmernde Vene des Armes quetscht, schwellen die Venen der Hand an oder wenn man um die blossgelegte Vene eines lebenden Tieres eine Schlinge legt und zuzieht, schwillt der periphere Abschnitt an, während an einer unterbundenen Arterie die Strecke zwischen Herz und Ligatur aufgebläht wird.

Durch die Beobachtung am lebenden Tiere sah Harvey ein, dass nicht bloss die Diastole, sondern dass Diastole und Systole beide gleich wichtige Phasen der Herzbewegung sind. Durch das pulsierende Wechselspiel öffnet das Herz dem Blute seine Höhlung und verschliesst sie wieder für kurze Zeit. Das Herz ist also wirklich ein kompendiöses Pumpwerk. Seine Klappen sind ebenso angebracht wie die beiden Ventile an einer einfachen Pumpe und sichern eine bestimmte Richtung des Blutstromes.

Die Systole des blutprallen rechten Vorhofes treibt das Venenblut in den unterdessen erschlafften rechten Ventrikel, dessen sofort eintretende Systole bei der mechanischen Unmöglichkeit, den dichten Schluss der Atrioventrikularklappen zu überwinden, seinen flüssigen Inhalt in den Stamm und die Zweige der Arteria pulmonalis presst. Die grosse Menge des unablässig aus der rechten Herzhälfte in die Lunge gepumpten Venenblutes, der jeder Kammerschlag die gleiche Quantität ca. 180 ccm (fast $^1/_5$ Liter) nachsendet, sodass bei 72 Herzkontraktionen in der Minute fast 13 Liter in die Lunge strömen,

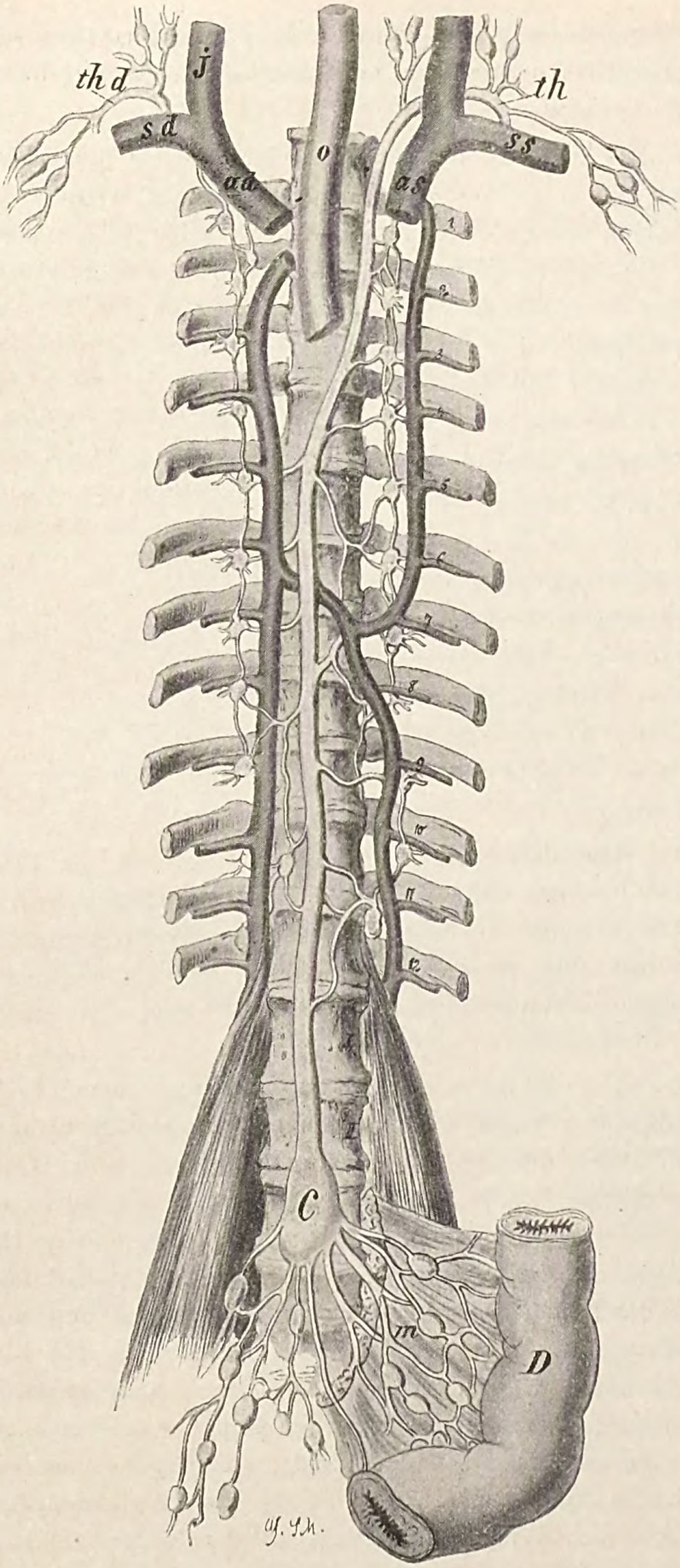
muss durch die Lungenvene in den linken Vorhof abfliessen und dann durch das gleiche Spiel von Atrium und Ventrikel in die Aortenzweige gestossen werden.

Wenn nun der linke Ventrikel mit der vollen Gewalt seiner Muskelkraft seinen Blutinhalt gegen die in den Arterien enthaltene Blutmenge drückt und diese selbst vorwärts drängt, werden die elastischen arteriellen Gefässe passiv durch den Druck der rhythmisch einbrechenden Flüssigkeit gedehnt und das Gefässlumen etwas über das normale Mass erweitert. Der passiven Diastole folgt eine angemessene Systole der zur normalen elastischen Spannung zurückkehrenden Arterienwand, und treibt dadurch das Blut in die kleinen Arterienzweige. Die Erscheinung wurde früher als „Pulsschlag der Arterien" dem Herzschlage gleichwertig gesetzt. Wie sich jetzt zeigte, stellt sie nicht eine selbständige Bewegung, sondern eine Folge der elastischen Eigenschaft der Arterienwand dar.

Die kleinen Arterien ergiessen das Blut in die Organe, die kleinen Venenzweige derselben saugen es wieder ein und leiten es durch die grossen Venenstämme in den rechten Vorhof zurück, dessen Diastole eine saugende Wirkung auf das ganze Venensystem ausübt. Also findet ein Kreislauf des Blutes statt. So schloss Harvey die logische Kette seiner fast 30jährigen Geistesarbeit. Die gesamte Blutmenge des Körpers (ca. 4,5—5 kg) passiert in bestimmter Zeit (23 $^{1}/_{10}$ Sekunden) das Herz und die Organgefässe.

Mit zwingender Notwendigkeit ergab die Analyse Harveys die wichtige anatomische Erkenntnis, dass Herz, Arterien und Venen ein einheitliches Kanalsystem bilden und zerstörte die auch von Vesal geteilte Galensche Ansicht, dass die Lungen und die linke Herzhälfte samt den Aortenästen einen zusammengehörigen Organkomplex darstellen, der von der rechten Herzhälfte samt den Venenstämmen unabhängig sei.

Gegen die Lehre Harveys konnte mehrere Jahrzehnte lang der Vorwurf der Unvollständigkeit erhoben werden, weil niemand gesehen hatte, auf welchem Wege das Blut aus den feinen Arterienzweigen in die Venen gelangt. Als Ersatz thatsächlicher Kenntnis galt damals die auch von Harvey geteilte Ansicht, dass *die Stromgebiete des arteriellen und venösen Systems im Parenchym der Organe geöffnet seien,* bis Malpighi 1661 unter dem Mikroskope das Netz der zarten, beide Stromgebiete verknüpfenden Haargefässe — Kapillaren in den Organen auffand und den Blutstrom daselbst demonstrierte. Kapillaren sind sehr kleine, ausserordentlich dünnwandige und reich anastomosierende Röhren im Durchmesser von 0,007 bis 0,014 mm. Ihr engmaschiges System durchquert alle Organe und leitet den Blutstrom in die kleinsten Raumbezirke des Körpers. Da die Schnelligkeit des Blutlaufes durch den Widerstand der engen Kanäle und die Reibung an der Wand sehr gemindert wird, vermittelt die ungeheuer grosse Oberfläche des kapillaren Labyrinths die befruchtende Wirkung des Kreislaufes.



ad Vena anonyma dextra
as Vena anonyma sinistra
C Chyluscisterne, ein erweiterter Abschnitt des Ductus thoracicus
D ein Abschnitt des Darmes
j Vena jugularis
m ein Abschnitt des Mesenteriums, dem das Netz der Chylusgefässe und seiner Lymphdrüsen eingezeichnet ist
o Speiseröhre
sd Vena subclavia dextra
th Ductus thoracicus, Milchbrustgang
ss Vena subclavia sinistra
th d Ductus lymphaticus dexter, rechter Lymphstamm
1—12 Brustrippenabschnitt
I, II Lendenwirbel

Fig. 14.

Brust- und Lendenwirbelsäule des Menschen samt den anliegenden Lymphgefässen und einigen grösseren Venenstämmen. Die Lymphgefässe sind im hellen Tone, die Venen in dunklem Tone wiedergegeben.

Andere Beobachtungen des 17. Jahrhunderts trugen dazu bei, die Fesseln Galenscher Vorurteile zu brechen. Zunächst ward die blutbereitende Rolle der Leber durch die Entdeckung (Caspar Aselli 1622) eines neuen Kanalsystems — der Chylusgefässe (Fig. 14) (besser Lymphgefässe des Darms) unwahrscheinlich. In der Darmwand und dem Gekröse (Fig. 14, *m*), welches den Darm an die Wirbelsäule hängt, ziehen feine Gefässe ein enges Netzwerk mit unregelmässig verdickten Maschenknoten (den sog. Lymphdrüsen). Nahe der Wirbelsäule flechten sie sich zu einem verwickelten Gitterwerk zusammen, aus dem ein weiter Gang — Ductus thoracicus (Fig. 14, *C—th*) längs des Rückgrates aufsteigt und in einen Ast der oberen Hohlvene (die Vena anonyma (Fig. 14, *as*), den gemeinsamen Stamm der linken Arm- und Kopfvene) mündet (Jean Pecquet 1647). An Tieren, welche kurz nach einer Mahlzeit getötet wurden, ist der Verlauf der Chylusgefässe am besten zu sehen, weil sie dann von weisslichem milchähnlichen Safte strotzen. Natürlich kann derselbe nur aus dem Darme stammen und resorbierter Speisebrei — Chylus sein. Also nicht die Venen des Gekröses führen ihn der Pfortader und Leber zu, sondern ein besonderes System der Chylusgefässe sorgt, dass im rechten Herzen selbst das aus dem Körper zurückkehrende Blut mit neuen Nahrungsstoffen geschwängert wird.

Bald (1651) wies Olaus Rudbeck nach, dass die Chylusgefässe nur Zweige eines durch den ganzen Körper verbreiteten, von den Blutgefässen unabhängigen Netzes feiner Lymphgefässe sind. Als stets gleichmässig enge Röhren mit Hautfalten, die wie die Venenklappen wirken, zieht ihr Kanalbett durch die Organe, oft mit feinen Blutgefässen zu grossen Knoten — Lymphdrüsen verwickelt (ca. 350 beim Menschen). Sie nehmen die Lymphe auf, eine in den feinen Spalten der Organe befindliche Flüssigkeit, die aus den Blutgefässen quillt und sich beständig erneut. Zwei Hauptstämme fassen aus ungleich grossen Gebieten die Lymphkanäle zusammen: Der in die rechte Vena anonyma mündende Truncus lymphaticus dexter (Fig. 14, *thd*) sammelt die Lymphe der rechten oberen Körperhälfte, während der Ductus thoracicus (Fig. 14, *C—th*) nicht bloss den Inhalt der Chylusgefässe, sondern auch der übrigen Lymphgefässe des ganzen Körpers zurückleitet.

Unterdessen lieferte die Geschicklichkeit, Blutgefässe mit erstarrenden Wachs- oder Harzmassen auszuspritzen — Injektionstechnik und die Füllung des Gefässsystemes vorher künstlich blutleer gemachter Tiere mit dem Lebensblute anderer Tiere — Bluttransfusion, welche in der Mitte des 17. Jahrhunderts vielfach ausgeführt und sogar therapeutisch verwendet wurden, immer neue Beweise für die Lehre vom Blutkreislauf und schlossen eine Ära glänzender Entdeckungen, welche den Ruhm Harveys, des Begründers der experimentellen Forschungsmethode für alle Zeiten befestigen.

Seine That hat den Naturforschern ein für alle Mal gezeigt, dass Spekulationen — und würden sie auch von den bedeutendsten Männern ihrer

Zeit ausgesprochen — niemals die Erscheinungen, welche sich im Innern des Körpers abspielen und unseren Blicken entzogen sind, klarlegen können. Sorgfältige Beobachtung allein führt zur wahren Erkenntnis. In Bezug auf den Lebensvorgang darf man aber nicht auf den Zufall einer günstigen Beobachtung warten. Das Experiment am eröffneten lebenden Tiere — Vivisektion, so grausam das Verfahren auch erscheinen mag, ist das einzige Mittel, um Art und Verlauf der Organthätigkeit zu enträtseln. Dadurch greift der Forscher in den normalen Verlauf ein, scheidet künstlich eine Folge von Vorgängen, welche sonst rasch und unbemerkt verlaufen würden und führt gewaltsam die Erscheinungen herbei, welche er genauer studieren will.

Als allgemeines Resultat stehen jetzt folgende Thatsachen fest: Ein allseitig geschlossenes und prall mit Blut erfülltes Netz von Blutgefässröhren durchzieht den Körper. Die Seitenäste der von der Aorta abgehenden grossen dickwandigen Arterien senken ihre Zweige (Fig. 15) gleich vielfältigem Wurzelwerke in die Organe und lösen sie dort in ein bald mehr, bald weniger enges Netz zarter Kapillaren auf. Jenseits desselben eilen dünnwandige Venen in immer weitere Stämme, die in die grossen Hohlvenen des Herzens einmünden, das selbst nur einen muskelreichen Abschnitt des geschlossenen Gefässnetzes bildet. Die Lichtweite der Blutkanäle schwankt beträchtlich: Der Durchmesser des absteigenden Aortenbogens (Aorta descendens) beträgt 22,4 mm, der Aorta in der Nierengegend — Aorta renalis 13,3 mm, der Schenkelarterien (Arteria femoralis) 6,2 mm. Die kleineren Zweige verengen sich allmählich auf den Kapillardurchmesser von 0,007—0,014 mm. Ihre Verästelung wird von folgendem Gesetze beherrscht: Jeder Zweig ist enger (und dünnwandiger) als der Stamm, aber die Summe der Querschnitte aller Zweige übersteigt den Querschnitt des Stammes: deshalb erweitert sich das Strombett, je mehr die Verästelung fortschreitet. Die ganze Blutmenge passiert nur im Herzen eine einzige gemeinsame Bahn, sonst ist ihr Weg in viele neben einander ziehende Strassen gespalten. Darin kreist das Blut, getrieben von den pulsierenden Kontraktionen der Herzpumpe mit ungleichmässiger Schnelligkeit, weil es eben in Gefässe von abnehmender Weite zerstreut wird und an der ursprünglichen Geschwindigkeit einbüsst, je weiter es in den engen Kanälen vordringt. In der Kopfarterie — Carotis wird die Schnelligkeit des Blut-

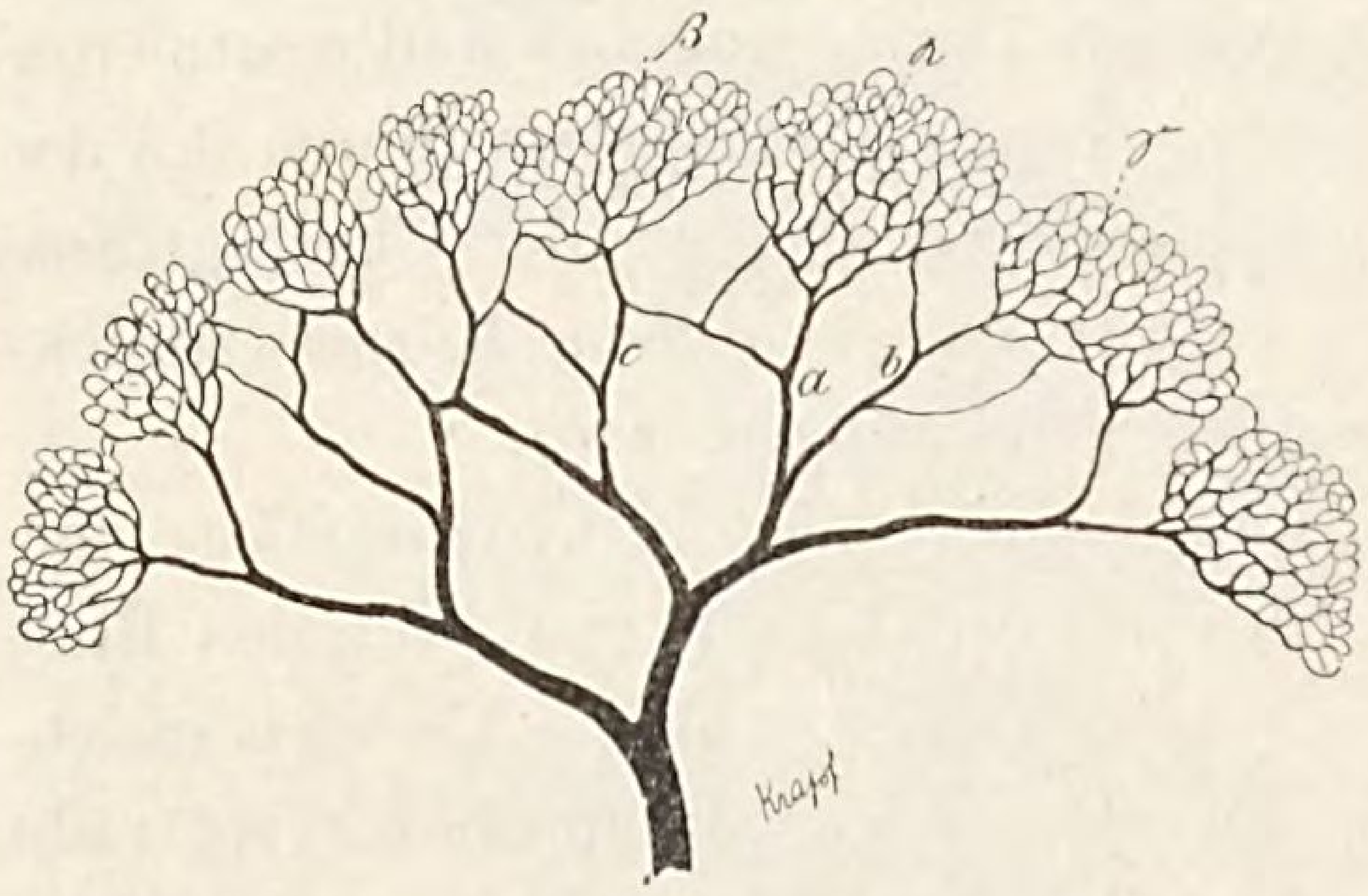


Fig. 15.
Schema der Gefässverzweigung.
Nach Schmaus. Die Kapillarnetze α, β, γ stehen durch Verbindungskanäle — Anastomosen in Verbindung.

stromes auf 260 mm in der Sekunde, in den Kapillaren auf 0,5—0,8 mm geschätzt. Deshalb schleicht das Blut der Haargefässe träge dahin; je grösser das durchrieselte Gebiet wird, um so mehr hemmen die im labyrinthischen Gewirre seines engen Bahnabschnittes entstehenden Wirbel und rückläufigen Strömungen seinen raschen Lauf. Nur der stetig wirksame Druck des jedesmal fast zur Leere zusammengepressten Herzens, welcher in den Arterien einer Quecksilbersäule von 150 cm Höhe Gleichgewicht hält, vermag nebst der Pulssystole der elastischen Arterienwandung den Widerstand der engen Haargefässe zu überwinden und durch den Stoss der mit jeder Systole nachdrängenden Flüssigkeit das langsam rieselnde Blut aus dem Geschlinge der Kapillaren hinauszutreiben. Jenseits desselben wird die cordipetale Strömung durch die im ganzen Venensysteme sich äussernde Saugwirkung des rechten Vorhofes wieder etwas beschleunigt. Der bewegende Abschnitt des prall mit Blut erfüllten Gefässnetzes ist in zwei Räume: Vorhof und Kammer gegliedert, und sichert dadurch die Gleichmässigkeit der Blutbewegung. Während die systolische Kammer Blut in den arteriellen Abschnitt der Blutbahn wirft, saugt unterdessen der sich erweiternde Vorhof eine entsprechende Blutmenge in seine Höhle.

So wurde der Kreislauf als eine mechanische Erscheinung begriffen, die denselben Gesetzen gehorcht wie die Strömung einer Wasserleitung; nicht das Fluten von Geistern oder luftförmigen Substanzen, sondern die Bewegung einer Flüssigkeit innerhalb eines geschlossenen Röhrennetzes, ein hydrodynamischer Prozess spielt sich im lebenden Körper ab.

Ein ähnliches Resultat ergab auch die eingehende Betrachtung anderer Vorgänge. Borelli (1608—1679) führte zuerst aus, dass das Knochengerüst (Fig. 5) so geformt und verbunden ist, wie es die Prinzipien der Mechanik erheischen. Unbiegsame Knochenstangen sind durch Gelenke oder Bänder zu einem vielgliedrigen Hebelsystem vereint, das die Muskeln gleich Zugseilen bewegen. Die Gelenkflächen sind genau für bestimmte Drehungsrichtungen abgepasst und die Muskeln so gelagert, dass die Mechanik des Gelenkes voll zur Geltung kommt.

Das ständige (beim Erwachsenen in einer Minute 16—24 mal sich wiederholende) Wechselspiel der Atmung: Einatmen — Inspiration und Ausatmen — Exspiration ist gleichfalls ein mechanischer Vorgang und mit der Thätigkeit eines Blasbalges zu vergleichen (Borelli), weil die durch die Luftröhrenzweige zugängliche Höhlung der Lunge durch die Volumveränderung der luftdicht abgeschlossenen Brusthöhle erweitert und verengt wird. Bei der Einatmung wird die Wand der Brusthöhle: der Rippenkorb kopfwärts und der Boden der Brusthöhle: das Zwerchfell bauchwärts gezogen, indem bei der Kontraktion des Zwerchfelles dessen nach oben gerichtete Wölbung sich verflacht. Die Brusthöhle wird dadurch ebenso erweitert wie der Blasbalg durch Ausziehen seiner Seitenwände. Das Gewicht

4*

der Atmosphäre, deren Druck eine Quecksilbersäule von 760 mm hält, presst dann Luft in die Luftröhre genau wie in die Höhle des Blasebalges und treibt sie in alle Luftröhrenzweige der Lunge. Die Ausatmung stellt den umgekehrten Vorgang dar: der Brustkorb senkt sich, die Muskeln der Bauchwand kontrahieren sich und unterstützen die Hochwölbung des erschlaffenden, dabei wieder emporsteigenden Zwerchfellmuskels. Der verengte Brustkasten drückt die aufgeblähten Lungen zusammen, und weil deren über Gebühr gedehntes elastisches Schwammgewebe ebenfalls in den Ruhezustand zurückzukehren strebt, wird die Luft ausgetrieben.

Dadurch, dass auch die Funktionen anderer Organe richtiger verstanden wurden, waren die biologischen Forscher gezwungen, die exakt verfolgten Erscheinungen des lebenden Körpers nach den Gesetzen der Bewegungswissenschaft zu deuten. Da aber unser Denken in allen Dingen eine gleichförmige Ordnung von vorneherein als wahrscheinlich erachtet und alle unbekannten Thatsachen nach der Analogie einiger weniger oft unvollständig bekannter Thatsachen beurteilt, schlossen viele in unbesonnener Verallgemeinerung: *der tierische Körper sei nichts anderes als ein Komplex zahlreicher mechanischer Vorrichtungen.* Unsere Absicht fordert nicht, bei den Übertreibungen der damals neuen Geistesrichtung zu verweilen, welche z. B. die Verdauung der Speisen nur als eine mechanische Zertrümmerung derselben durch Zähne und Darm betrachteten, während eine andere Schule betonte, dass neben den mechanischen Phänomenen auch andere chemische Erscheinungen vorkämen. Deshalb sei sogleich ein logisches Resultat hervorgehoben, das auf anatomischem Gebiete glänzende Fortschritte zeugte, obwohl es nicht der richtige Ausdruck der Thatsachen war.

Wenn anatomische Forscher der Behauptung von Descartes beistimmen, dass alle Naturbegebenheiten aus mechanischen Gründen erklärt werden sollen, müssen die Fortschritte des 17. Jahrhunderts den Tierkörper als eine vortrefflich montierte Maschine erscheinen lassen. Alle Lebensvorgänge werden den gesetzmässig abrollenden Bewegungen der Maschinenteile verglichen. Wie deren Konstruktion es notwendig macht, dass eine Reihe von Wirkungen einander folgen, sobald der Anstoss erfolgt ist, und wie die einzelnen Teile genau für das beschränkte Mass ihrer Einzelleistung berechnet sind, damit auch die anstossenden Teile die grösstmögliche Wirkung entfalten, so sind die Werkzeuge des Körpers auf ihre besondere Aufgabe abgestimmt und die Grenzen ihrer Thätigkeit nach jeder Richtung festgesetzt. Der Vergleich offenbart auch die Unterschiede. Jede Maschine ist von Menschenhand aus kleineren Stücken aufgebaut und kann ebenso leicht in ihre Bestandteile wieder zerlegt werden; den Tierkörper aber charakterisiert der innige Zusammenhang aller Organe. Die künstliche Maschine arbeitet nur solange, als sie treibenden Anstoss von aussen erhält, die tierische Maschine aber bewegt sich aus eigener Kraft und vermag bis zu einem gewissen Grade Störungen der Organthätigkeit auszugleichen, überhaupt ihre Funktionen selbst thätig zu

regeln. Was die Ursache dieser Eigenschaft sei, ward verschieden beantwortet. Die Galen'sche Lehre der drei Arten von Lebensgeistern erschien zwar noch lange in mehr oder weniger veränderter Fassung; jedoch mehrte sich stetig die Zahl derer, welche eine einfache Ursache aller Lebensvorgänge annehmen zu müssen glaubten. Der Ausbau der Entdeckungen Harveys unterstützte den Gedanken.

Nicht nur das Blut, auch die andern Säfte: Lymphe und Chylus laufen nach dem Herzen als einem Mittelpunkte der Saftbewegung und fluten von ihm wieder in alle Körperteile. *Deshalb erschien das Herz als das wahre Centralorgan, von dem alles Leben ausgeht. Es ist die Ursache des Kreislaufes durch seine pulsschlagende Kraft, der Brunnquell der Wärme, die Nährstelle des Blutes, es fügt ihm Lebensgeister (im Sinne von Lebenskraft) zu. Andere wiederum betrachteten das Gehirn als Sitz der einfachen Lebensursache und die Nerven als die Bahnen, welche alle Organe in den Machtbereich derselben spannen. Diese Ursache der Lebenserscheinungen, oft kurzweg die Seele, die Lebenskraft genannt, regiert und bewegt den Körper, wie der Organist seine Orgel meistert.*

So personifizierte die auf der Voraussetzung exakten Beobachtens reformierte Naturwissenschaft ein Merkmal, das allen Organen, mögen sie auch noch so verschieden sein, zukommt, nämlich die Eigenschaft, dass sie Teile eines untrennbaren Ganzen und harmonisch arbeitende Werkzeuge eines komplizierten Getriebes sind, als ein *einheitliches materielles Prinzip, das sich durch den Körper verbreitet und ihn allein bewegt.* Die Vorstellungen über die Natur der Lebenskraft schwanken; eine „*feine ätherische Flüssigkeit*“, eine „*immaterielle Kraft*“, ein „*imponderabler Stoff*“, eine „*elektrisch-galvanische Kraft*“ und andere leere Worte sollen ihr Wesen bezeichnen.

„Spiritus animales, subtiliorem sanguinis partem, vaporem eius et nervorum succum multi nominant, sed verba haec sunt, nihil exprimentia.“ (Nicolaus Steno 1667.) (Viele nennen sie Lebensgeister, einen feineren Teil des Blutes, oder dessen Dampf oder einen Nervensaft, aber das sind Worte, welche nichts ausdrücken.)

IV.

Die Stilistik des Körperbaues.

Tout être organisé forme un ensemble,
un système unique et clos. Cuvier.

Vesals Vorgehen hatte das Interesse für anatomische Untersuchungen angeregt. Aber Vorurteil und Aberglauben zwangen viele Ärzte die häufige Sektion menschlicher Leichen zu vermeiden und an ihrer Stelle nahe verwandte Säugetiere und andere Wirbeltiere aufzuschneiden. Langsam ward das Vorurteil besiegt, dass das Studium der niederen Tiere besonders der Insekten, Schnecken, Würmer u. s. w. ganz wertlos sei.

Aus der im 17. Jahrhundert anschwellenden Menge von Abhandlungen über Anatomie der Tiere ergab sich jedoch kein Fortschritt, weil die richtigen Gesichtspunkte für anatomische Arbeit noch nicht gefunden waren, denn nur strenge Schulung lehrt die einseitig beschränkte Fragestellung üben, welche allein anatomische Arbeiten mit bleibendem Erfolge auszuführen gestattet. Der Lebensvorgang selbst und die Thätigkeit der Organe schien von jeher wichtiger als die genaue Kenntnis seiner Formen und der Lagebeziehung seiner Teile. Die alten Tiernamen, die ausführliche Darstellung der Lebensgewohnheiten in den mittelalterlichen Werken und der Beifall, welchen heute populäre Schilderungen des „Tierlebens“ finden, bekräftigen, dass jeder von uns lieber hört, welcher Leistung ein Organ bestimmt ist, als welchen Bau es besitzt. Der Umstand, dass die Funktion eines Organes sich auch nach wenig eindringlicher Untersuchung leicht in eleganter Form schildern lässt, unterstützte diese Richtung, deren verderblicher Einfluss durch die tausendjährige Herrschaft der Galenschen Phantasien illustriert wird.

Als gegen das 17. Jahrhundert der allgemeine Aufschwung der physikalischen und physiologischen Experimente die mechanische Erklärung aller Naturereignisse als das allein erstrebenswerte Ziel hinstellte, konnten die Anatomen kaum daran zweifeln, dass sie durch den Versuch hauptsächlich die Funktion der Organe zu enträtseln hatten. Da jeder, der dem Zuge

der Zeit folgend physiologische Experimente anstellen wollte, auf die Tiere als Versuchsobjekte verwiesen war und das Gelingen seines Experimentes von der genauen Kenntnis des tierischen Körperbaues abhängig sah, blühte in der Folge das Wissen über die tierische Anatomie — Zootomie auf.

Ihre Freunde verkündeten mit grosser Emphase, dass die wahre Wissenschaft nicht einseitig den Menschen, sondern alle Tiere in Betracht ziehe. Zunächst mehrten sie nur die Menge der thatsächlichen Kenntnisse. Sie zergliederten Tiere ohne planmässige Wahl, einheimische und ausländische Arten, wie sie der Zufall in die Hand des Untersuchers spielte und veröffentlichten in monographischer Beschreibung ihre Wahrnehmungen. Nur die leicht verständlichen Verhältnisse und die auffallenden Eigentümlichkeiten sind darin besprochen, ganze Organsysteme kaum eines Wortes gewürdigt, jedoch die Abweichungen vom menschlichen Baue stets sorgfältig aufgezeichnet. Auf solche Art konnte lange Zeit kein grösserer Ausblick errungen werden. Denn das ausschliessliche Studium einer Tierart ohne planmässigen Vergleich mit vielen anderen Arten beschränkt den Forscher auf die einfache Beschreibung.

Den Charakter jener Abhandlungen mag „die anatomische Beschreibung eines Löwen" veranschaulichen, welche den von Perrault[1]) der französischen Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelegten Abhandlungen zur Naturgeschichte der Tiere entnommen ist.

Anatomische Beschreibung des Löwen.

„Die Dicke des Kopfes, welche an dem Löwen merkwürdig ist, bestehet vornehmlich in dem ausserordentlich vielen Fleische, welches ihn bedecket und in der Grösse der Knochen, welche die Kinnbacken ausmachen. Ebenso scheint auch die Brust wegen der langen und dicken Haare, die sie umgeben, breit zu sein, da sonst dieser Teil schmal und enge ist, wie bei den meisten Pferden und Hunden, die keine so breite Brust haben, wie der Mensch. — Wir fanden bei diesem Löwen die Futterale nicht, in welche die Löwen, wie Plinius sagt, ihre Nägel stecken, wenn sie gehen, damit sie nicht abgenutzet würden; sondern es schien vielmehr, dass diese Tiere, wie Plutarch angemerket hat, die Spitze derselben dadurch erhalten, dass sie solche vermittelst eines besonderen Gelenkes an dem letzten Gliede zwischen ihre Zehen hineinziehen. — In jedem Kinnbacken waren 14 Zähne, oben und unten je 6 Backenzähne (Fig. 16), je 6 Schneidezähne und grosse Hundszähne (Fig. 2). — Die Backzähne waren so gestellt, dass, wenn der Kinnbacken sich schloss, sie nicht einer auf den andern trafen (wie beim Menschen), ebensowenig als die Hundszähne; sondern die Zähne des einen Kiefers giengen an der Seite der Zähne des andern Kiefers vorbei, so wie die beiden Stücke an einer Scheere. Diese Bewegung geschah deswegen so, weil diese Zähne an ihrer äusserlichen und innerlichen Seite flach und schneidend waren; und da der untere Kiefer enger als der obere war, so giengen die untern Zähne hinein und die

1) Memoires de l'Academie royale des sciences (depuis 1666 jusqu'à 1699). Paris 1733. Tom. III. partie 1. (Citiert nach der deutschen Übersetzung 1757.)

obern heraus. Dieser Bau der Zähne des Löwen ist den meisten Zähnen der Fleisch fressenden Tiere gemein. Der Hals war sehr steif, wie die Naturkündiger angemerket haben. Diese Zerschneidung aber hat uns an unserm Löwen gezeiget, dass diese Steife nicht, wie Aristoteles saget, davon herrühret, dass er nur ein einziger Knochen ist, sondern wohl daher, dass die Fortsätze der Wirbelbeine des Halses mit so starken und harten Bändern oder Sehnen verbunden waren, dass es schien, es wäre nur ein Knochen. Vielleicht hat Aristoteles nur deswegen gesaget, es wäre ein einziger Knochen, damit er desto besser zeigen könne, wie er in seiner Physio-

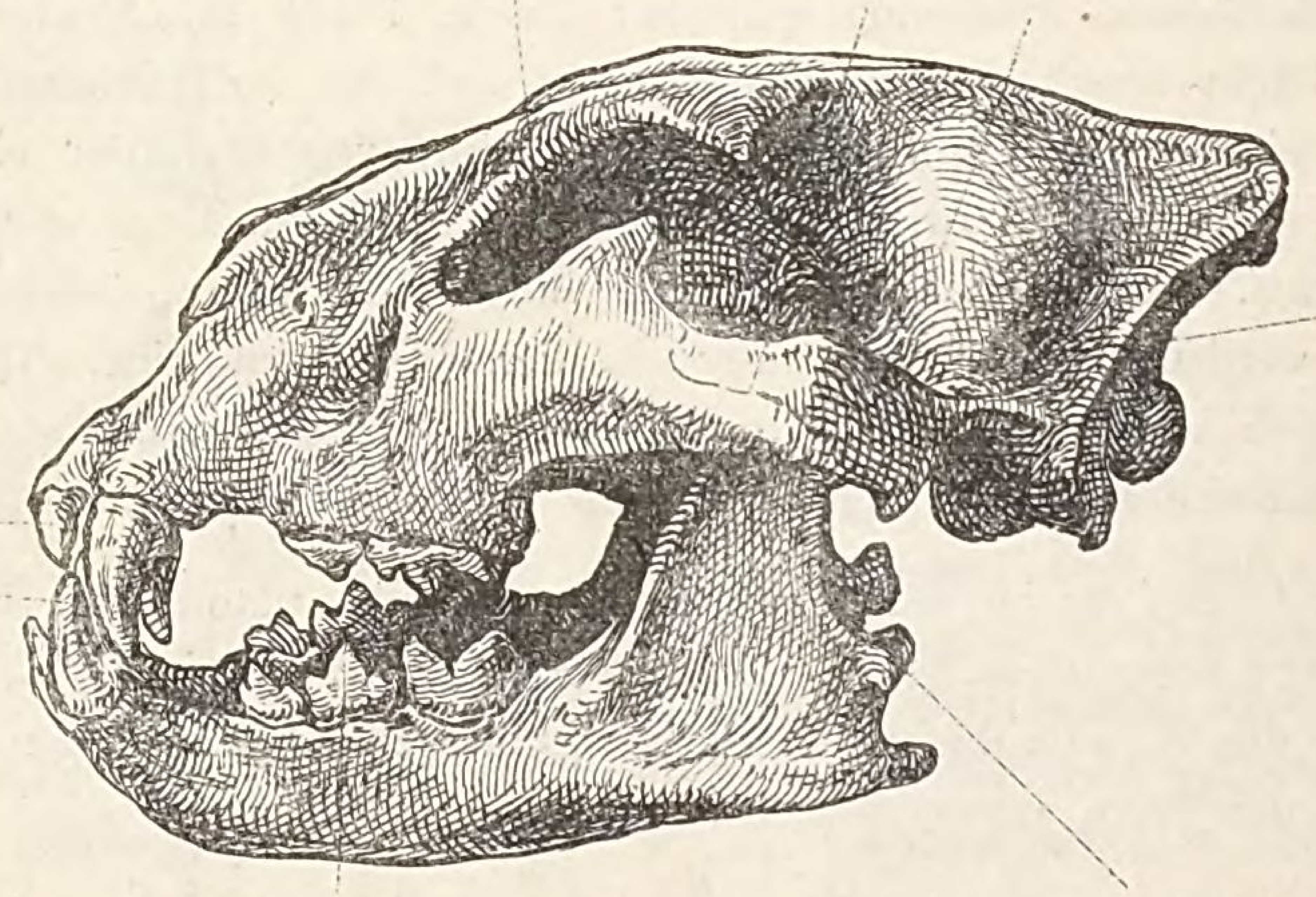


Fig 16.

Schädel des Löwen. 1/4 nat. Gr. Der Unterkiefer ist etwas vom Schädel abgezogen.

gnomie gethan hat, dass der Körper des Löwen wegen der Festigkeit seiner Glieder merkwürdig sey. — Man findet, dass der Löwe den besondern Bau der Pfoten, der Zähne, der Augen und der Zunge, den wir an ihm wahrgenommen haben, mit der Katze gemein hat, und die innern Teile dieser beiden Tiere haben nicht weniger Ähnlichkeit mit einander, obgleich Albertus das Gegenteil sagt. Der Schlund schien nicht weit genug zu sein, dass der Löwe, wie einige Schriftsteller sagen, ganze Glieder von Tieren verschlingen könnte. Denn er war nicht über anderthalb Zoll weit und war, wie gewöhnlich, durch das Loch des Zwerchfelles zusammengezogen, welches machet, dass dieser Schlund nicht kann erweitert werden, wie es bei den meisten Fischen und Schlangen geschieht, die kein Zwerchfell haben und aus dieser Ursache alles dasjenige leicht verschlingen, was in ihren Rachen gehen kann. Der Magen war achtzehn Zoll lang und sechs Zoll breit. Alle Gedärme zusammen waren fünf und zwanzig Fuss lang; der Grimmdarm achtzehn Zoll und der Blinddarm drei Zoll. Die Leber war weichlich und so braunrot, dass sie fast schwarz aussah. Wir fanden sieben Lappen an ihr, wie bei den Katzen. Die Gallenblase war sieben Zoll lang und anderthalb Zoll breit. Sie hatte das Besondere, dass sie gegen ihren Hals zu krumm gieng und gleichsam in viele Zellen geteilet war. Die Katzen haben dergleichen. Die Milz war einen Fuss lang, zween Zoll breit und einen halben Zoll dick. Sie war nicht so schwarz als die Leber. Die Niere war beinahe rund und hatte viertehalb Zoll in der Länge und drittehalb Zoll in der Breite und Dicke. — Die

Lunge hatte sieben Lappen, drei auf der rechten, drei auf der linken Seite und einen in der Höhle des Mittelfelles. Das Herz war nach Verhältnis weit grösser als bei irgend einem andern Tiere. Die Herzohren waren so klein, dass das rechte, welches sonst das grösste ist, keinen halben Zoll hatte. — Das Oberteil des Schädels war wie der Kamm auf einem Helme erhaben, um den Schläfemuskeln eine breitere Grundfläche zu geben. Diese Schläfemuskeln bedecken die beiden Seiten des Oberteiles des Kopfes."

So unbehilflich uns heute solche Abhandlungen erscheinen mögen — sie waren eine historisch notwendige Vorstufe und bargen den Keim höherer Vervollkommnung in sich. Denn die alten Zootomen (Veterinäranatomen) suchten beim Leser eine anschauliche Vorstellung der neu entdeckten Verhältnisse dadurch zu erwecken, dass sie die unbekannten Thatsachen in Vergleich mit bereits bekannten Befunden zogen. Anfangs unbewusst, später mit klarer Absicht haben sie die anatomischen Befunde bei verschiedenen Tierarten mit einander verglichen und ganz besonders die Organe der Tiere auf die Verhältnisse des menschlichen Körpers vergleichend bezogen, weil dieser das bestgekannte anatomische Objekt war und weil in der ersten Periode jeder Wissenschaft Corpus humanum rerum omnium mensura „der Mensch das Mass aller Dinge ist" (Protagoras), wurden doch z. B. die Längenverhältnisse nach Fingerlänge, Daumenbreite, Spanne, Elle, Fuss, Schritt, Meile (= 1000 lange Schritte) bemessen, und die Finger- und Zehenzahl als Mass der Grössenschätzung verwendet.

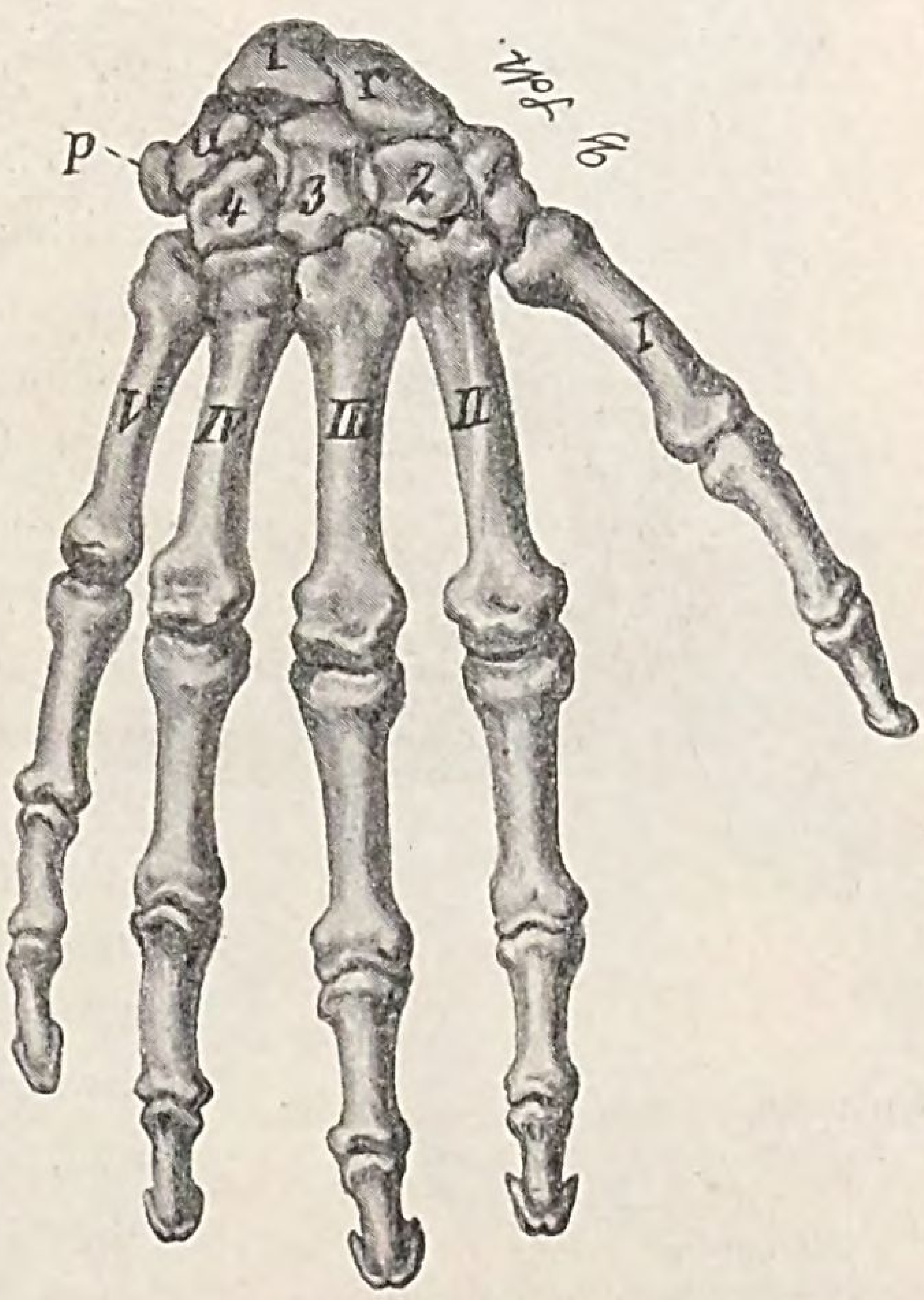


Fig. 17.
Knochengerüst der rechten menschlichen Hand.
$^1/_3$ nat. Gr.

i Mondbein	1. Grosses vieleckiges Bein
p Erbsenbein	2. Kleines „ „
r Kahnbein	3. Kopfbein
u dreieckiges Bein	4. Hackenbein

I—IV Mittelhandknochen.

Bei solchen Vergleichen sind es immer zuerst die Unterschiede, welche dem Beobachter auffallen und von ihm besprochen werden. Aber während der Forscher in beharrlichem Studium Stück für Stück prüft und die Grösse, die Gestalt, die Lage der Organe bei verschiedenen Arten eingehend vergleicht, offenbaren sich seinem Blicke unter einer grossen Mannigfaltigkeit der Formen allmählich einige gemeinsame Charaktere. Er wird geneigt, ihnen grösseres

Gewicht beizumessen und kommt schliesslich dahin, die Thatsachen von einem ganz anderen Gesichtspunkte zu beurteilen.

Wir wollen den wissenschaftlichen Fortschritt an einem im vorigen Jahrhundert eingehend erörterten Beispiele verfolgen.

Wenn einer damals ohne weiters die Absicht geäussert hätte, er wolle gemeinsame Eigenschaften der Hand und des Vorderfusses der Säugetiere aufsuchen, würde er höhnischem Spotte begegnet sein. Nichts scheint dem naiven Sinne gewisser, als die tiefgreifenden Unterschiede der vorderen Gliedmassen, durch welche der systematisch ordnende Zoologe die Gruppen der Säuger begrenzt. Wie gering dünkt ihm die Möglichkeit, dass die fein empfindliche Hand des Menschen, die Greifhand der Affen, die bekrallten Pfoten der Raub- und Nagetiere, die Klauenfüsse der Rinder und ein Pferdehuf gleiche Züge offenbaren könnten? Die vorderen Gliedmassen vieler Säugetiere treffen als Gangbeine mit breiter Sohle oder mit den Zehenspitzen den Erdboden, sie packen die Beute mit plumpem Griffe oder eleganter Geste, sie dienen zum Klettern oder Graben, flattern als Flügel bei den Fledermäusen, schlagen als Ruder bei den Walen; nur der Mensch beherrscht frei ihre kunstvolle Bewegung. Auch die Zahl der sichtbaren Finger schwankt mannigfach: Menschen- und Affenhand, Hund- und Katzenpfoten besitzen fünf Finger; Hyänen, Meerschweinchen vier Finger; das Aifaultier drei Finger; die Rinder zwei Zehen, das Pferd einen Huf.

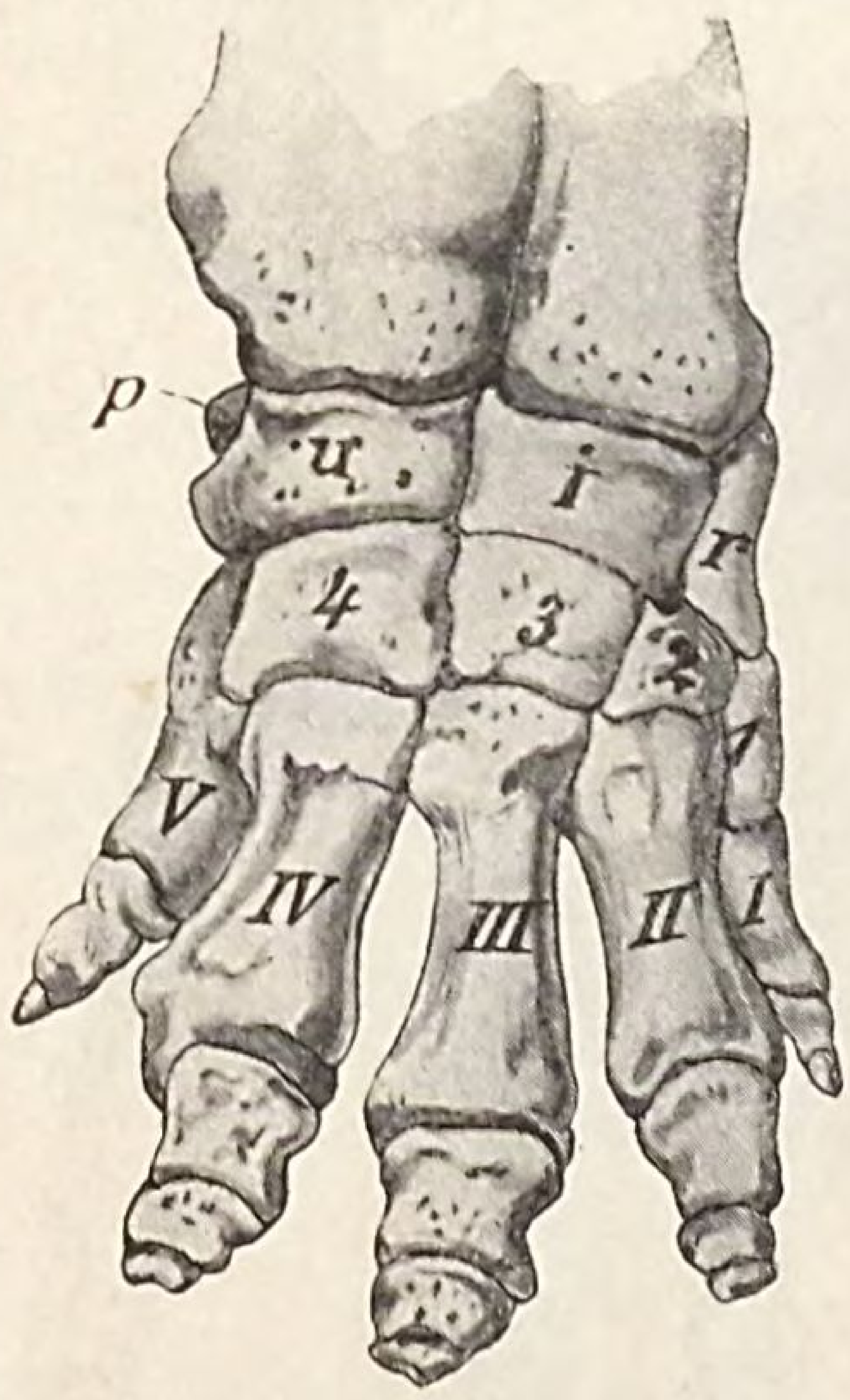


Fig. 18.
Knochenkern des rechten Elefantenfusses. 1/8 nat. Gr. Nach Flower.

i Mondbein
p Erbsenbein
r Kahnbein
u dreieckiges Bein
1. Grosses vieleckiges Bein
2. Kleines „ „
3. Kopfbein
4. Hackenbein
I—IV Mittelhandknochen

Wider alles Erwarten förderte der gründliche Vergleich dieser Körperteile recht viele Ähnlichkeiten zu Tag, nachdem man weniger die Funktion und die äussere Gestalt als vielmehr ihre inneren Teile, zunächst das Knochengerüst genauer zu analysieren begonnen hatte.

Sechs hinter einander gestellte Zonen von Knochenstücken bilden den festen Kern der menschlichen Hand (Fig. 17). In der Handwurzelgegend sind kleine polyedrische Knöchelchen in zwei Querlagen geordnet, eine hintere aus drei Stücken (*u*, *i*, *r*), eine vordere aus vier Stücken (1, 2, 3, 4) bestehend. Vor der Handwurzel stehen die Skeletstücke der vier übrigen Zonen, lauter cylindrisch geformte Knochenstäbe in fünf strahligen Reihen. Fünf an die vordere Reihe der Handwurzelstücke stossende derbe Knochen, Mittel-

handknochen — Metacarpalia (Fig. 17, *I—V*) tragen kleinere gelenkig verbundene Knochencylinder, Fingerglieder — Phalangen, welche die feste Achse der Finger bilden: der *II.*—*V.* Strahl je drei Phalangen, der erste Strahl des Daumens nur zwei Glieder.

Der Vergleich mit einem anderen in seiner Funktion und Form ganz verschiedenen Endstücke der vorderen Gliedmasse, z. B. dem plumpen Plattfusse eines Elefanten (Fig. 18) zeigt einen den menschlichen Verhältnissen ausserordentlich ähnlichen Skeletkern, denn wiederum finden sich unterhalb der Doppellage der Handwurzelknochen je fünf derbe Metacarpalstücke und fünf Phalangenstrahlen — in diesem Falle nur unbeweglich umschlossen von der dicken Körperhaut.

Die Krallenpfoten sehr vieler Säugetiere werden ebenfalls von Knochenreihen gestützt, die direkt an den Aufbau der Menschenhand erinnern.

Schon Perrault[1]) hat dies dargelegt:

„Man findet, dass der Bär, welcher ein ungestaltes Tier zu sein scheint, wenn man ihn mit seiner Haut und seinen Haaren bedecket sieht, eine Gestalt hat, die des Menschen seiner nahe kömmt, wenn ihm seine Haut abgezogen ist. Diese Ähnlichkeit findet sich vornehmlich an dem Baue der Schenkel, Beine und Füsse. — — Der Bär hat noch dieses mit dem Menschen gleich, dass die Knochen der Handwurzel untersetzt und fast gleich sind; der Daum aber ist von den vier andern Fingern nicht abgesondert; und der grösste von denen fünfen, welche die Hand ausmachen und der wegen seiner Grösse ein Daum zu sein scheint, steht an einer ganz andern Stelle, als bei dem Menschen, indem er auswendig und an der Stelle des kleinen Fingers ist. Die Finger der Hand sind sehr übel gebildet und sehr ungeschickt zu dem Gebrauche, wozu sie bei der Menschenhand dienen, indem sie dick, kurz und dicht an einander sind, wie an den Füssen.

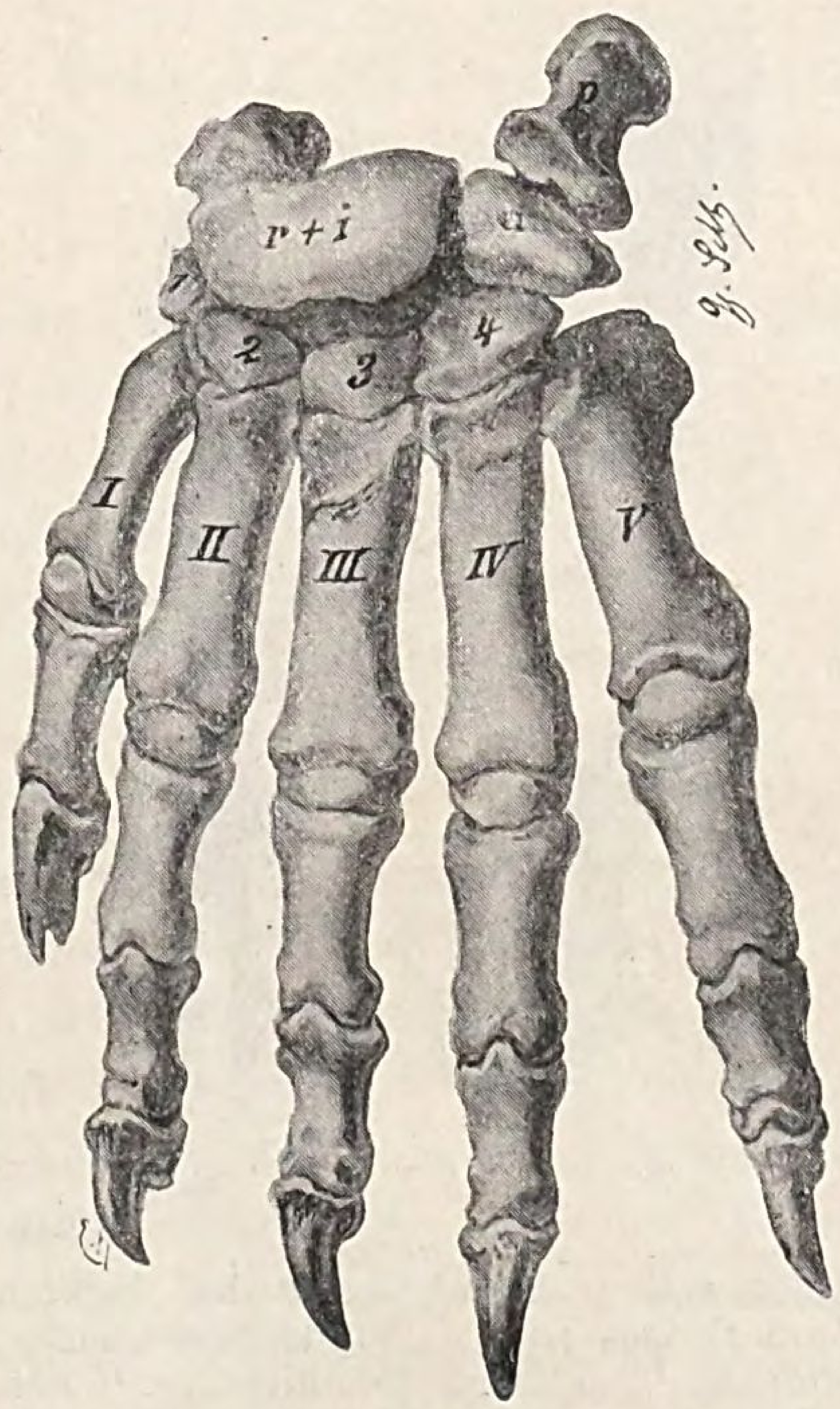


Fig. 19.
Skelet der linken Vorderpfote eines Höhlenbären. 1/6 nat. Gr.

i + *r* Mond- u. Kahnbein verschmolzen — 1. Grosses vieleckiges Bein
p Erbsenbein — 2. Kleines „ „
u dreieckiges Bein — 3. Kopfbein
2. Hackenbein
I—*IV* Mittelhandknochen

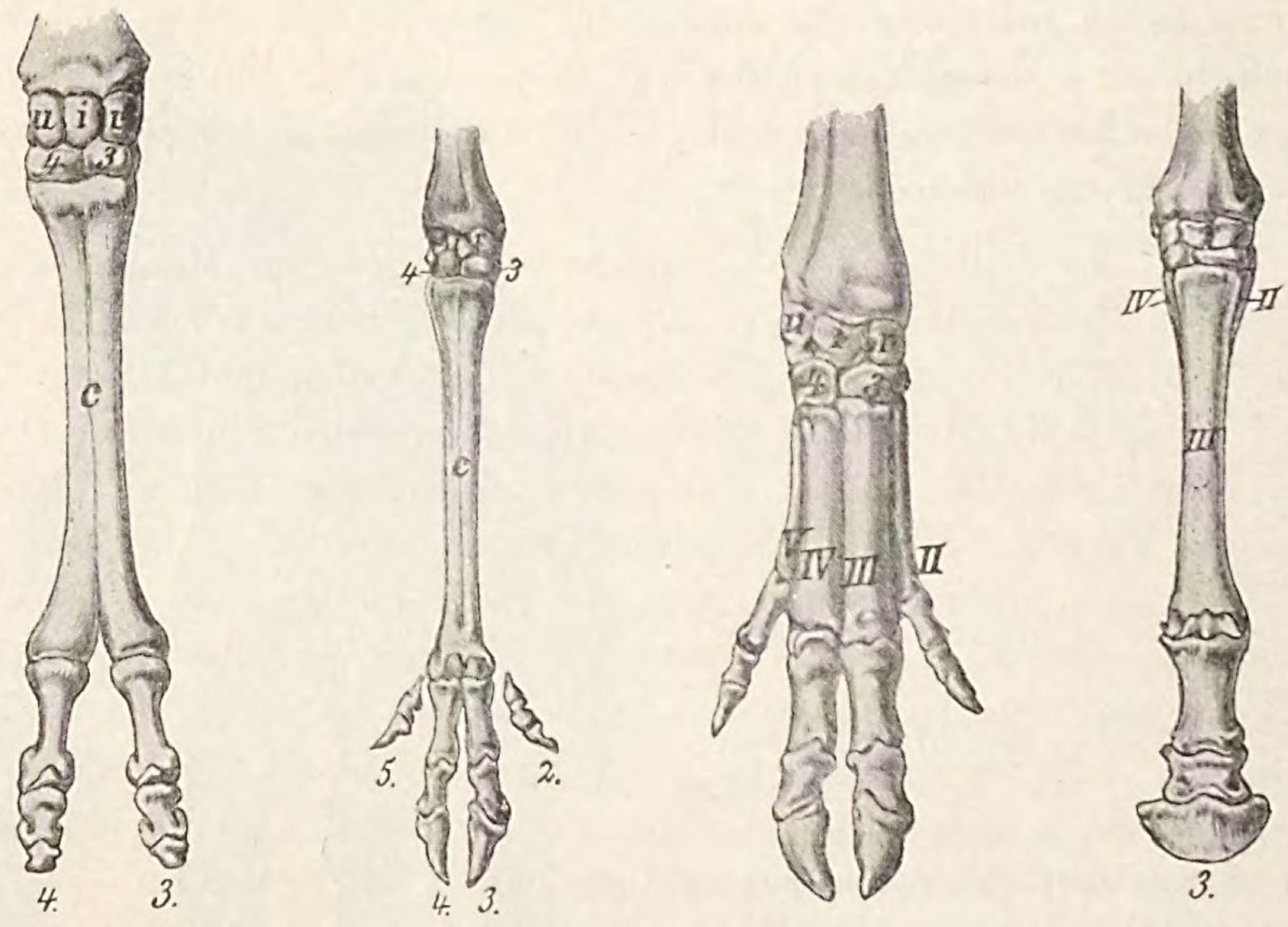
Bei der Beschreibung des Bibers sagt er ferner:

Die Vorderfüsse bildeten eine Hand, die nichts an sich hatte, was nicht des

1) Citiert nach der deutschen Übersetzung: Abhandlungen zur Naturgeschichte der Tiere. Leipzig 1757. p. 97.

Menschen seiner glich, wenn man das Haar ausnimmt, womit sie bedecket waren und die Nägel, die lang und spitzig waren.

So bedeutend nun die Übereinstimmung zwischen dem Skeletkerne der Menschenhand und der Krallenpfote vieler Säugetiere ist — die Huftiere scheinen wirklich eine Ausnahme zu bilden. Denn z. B. bei den Zweihufern gelenken die Phalangen beider Finger an einem einzigen, Canon genannten Mittelhandknochen (Fig. 20, *c*). Als jedoch M. Fougeroux de Bondaroy



20. 21. 22. 23.

Figg. 20—23.

Skelet des rechten Vorderfusses eines Kameles. 1/8 nat. Gr. Nach Flower.

Skelet des rechten Vorderfusses eines Edelhirsches. 1/7 nat. Gr. Nach Flower.

Skelet des rechten Vorderfusses eines Schweines. 1/3 nat. Gr. Nach Flower.

Skelet des rechten Vorderfusses eines Pferdes. 1/8 nat. Gr. Nach Flower.

i Mondbein
p Erbsenbein
r Kahnbein
u dreieckiges Bein
c Canonbein

1. Grosses vieleckiges Bein
2. Kleines „ „
3. Kopfbein
4. Hackenbein

I—IV Mittelhandknochen

1758 die Füsse junger Kälber und Schafe untersuchte, fand er statt des Canonbeines zwei getrennte Stücke und sah, dass rasche Verknöcherung sie später zu einem Knochenstab verschweisst. Die allgemeine Regel, dass jede Phalangenreihe in der Verlängerung eines Metacarpalstückes liegt, bleibt demnach auch für Zweihufer gültig, nur verwachsen die den beiden Fingern zugehörigen Mittelhandknochen mit einander.

Die Frage, welche Finger der Menschenhand den beiden Zehen der Zweihufer vergleichbar seien, löst der anatomische Vergleich verwandter Tiere. Viele Zweihufer besitzen neben den Hauptzehen zwei kurze Afterklauen, die den Erdboden nicht treffen. Ihr Skelet zeigt je drei Phalangen (Fig. 21)

Das Schwein hat sogar sehr kräftige Afterzehen und den vier Zehen entsprechend vier Metacarpalknochen, die ihrer Lage nach dem II.—V. Stücke der menschlichen Hand vergleichbar sind. Die grossen Klauenfinger der Zweihufer (Fig. 20—22) sind deshalb als III. und IV. Finger zu deuten. Die Pferdehand (Fig. 23) besitzt nur eine Phalangenreihe an einem grossen Mittelhandknochen. Aber die den letzteren seitlich anlagernden spitzen Stäbe — Griffelbeine (Fig. 23, *II, IV*) sind als kleine Metacarpalknochen aufzufassen, denen Phalangen fehlen, weil sie im Niveau des grossen Metacarpale *(III)* liegen, während die Phalangen stets vor denselben stehen. Dann ist, wie Daubenton zuerst aussprach, das Skelet des Pferdehufes dem dritten Finger, die beiden Griffelbeine dem II. und IV. Mittelhandknochen der Menschenhand gleichwertig zu setzen.

Gerade der Bau der Hände, welche am meisten zur Mannigfaltigkeit der äusseren Erscheinung der Säugetiere beitragen, offenbarte neben den auffälligen Unterschieden manche gemeinsame Eigenschaften und bestätigte das naive Sprachgefühl, welches „Manus“ χείρ, im weitesten Sinne für „Hand“, Tatze, Pfote“ gebraucht hatte. Dieselben Skeletelemente stützen bei verschiedenen Tierarten die Werkzeuge für ganz verschiedene Aufgaben. Wie gross auch die formalen Modifikationen der Einzelknochen, entsprechend der Art ihrer Thätigkeit sein mögen, wie stark Stellung und Beweglichkeit der Phalangen und Metacarpalien verschieden sein mag, allen Fällen gemeinsam erscheint die allgemeine Lageziehung der Knochenstücke: Die Reihung der Knochen in sechs Querzonen und fünf über der Handwurzel liegende divergierende Strahlen, ferner das gegenseitige Lageverhältnis der einzelnen Elemente: die Einschaltung der Mittelhandknochen zwischen Handwurzel und Phalangenreihen, die fast unveränderliche Verbindungen einzelner Wurzelknochen mit bestimmten Metacarpalien (vergl. an den Figg. 17—23 die Lage der Knochen, 1—4 und *I—V*), die Stellung des Daumens an der radialen Seite der Hand (Fig. 5).

Die Beispiele für die gesetzmässige Anordnung der Körperstücke lassen sich leicht vermehren (Fig. 5). Das im Vorderarme stets vorhandene Knochenpaar, Speiche und Elle, von denen die Speiche mit der Hand verbunden, die Elle das Gelenk zum Oberarmknochen trägt, die beständige Lage des Oberarmes zwischen Schulterblatt und Elle stellen notwendige Befunde, feste Beziehungen, wie Geoffroy St. Hilaire sagte: untrennbare „Connexionen“ dar. Dieselben werden niemals verwischt. Wenn auch die cylindrische Gestalt aller Mittelhand- und Fingerknochen mehr oder weniger alteriert, einzelne Stücke mächtig entfaltet, andere verkümmert oder mit einander verschmolzen sind, die Ähnlichkeit der Lage und ihrer Verbindung mit den Nachbarteilen bleibt in allen Fällen kenntlich und bezeichnend.

Gleich den Künstlern, welche am Beginne der Renaissanceperiode eingesehen hatten, dass sie die Massverhältnisse der nachgebildeten Gegen-

stände sorgfältig studieren und im verkleinerten Bilde genau einhalten müssen, um die Naturwahrheit ihrer Schöpfungen zu erreichen, haben jetzt die Anatomen Proportionen der Lage und Form im Tierkörper entdeckt und dadurch bedeutende Fortschritte erzielt. Sie lernten die früher unabhängig und fremd erscheinenden Handformen in eine einfache Reihe der Umbildung zu ordnen, so dass zwischen die extremen Gestalten sich andere Beispiele als Übergangsformen einfügten, welche leise Umbildungen der gemeinsamen Eigenschaften darstellten und die Ähnlichkeit des Bauplanes um so eindringlicher bezeugten. Buffon (1707—1788), zu dessen Zeit die neue Einsicht sich verbreitete, fragt mit dem Rechte des fein geschulten Geistes: „Ist die verdeckte Ähnlichkeit nicht bewunderungswürdiger als die augenfälligen Unterschiede?" Muss nicht jeder, der in stiller Geistesarbeit das einschlägige Beobachtungsmaterial ermisst und alle Handformen der Säugetiere nach einem Urmodelle gebildet sieht, den einheitlichen Grundriss anstaunen, der an Hunderten von Tierarten auf alle denkbare Art schattiert dieses Organ zu den verschiedenartigsten Leistungen befähigt.

Solch ein Resultat regte neue Arbeit an. Sobald der einheitliche Bauplan eines Organes erwiesen ist, wird er kraft der stets wirksamen Neigung zur Generalisation an anderen Organen gesucht. Bestätigende Ergebnisse häuften sich und erhärteten die gewaltige Idee, dass die Zahl, Anordnung und Form der wichtigen Körperorgane aller Wirbeltiere (mit wenig Ausnahmen) in hohem Grade übereinstimmt. Als die römischen Ärzte Affen zerschnitten, fanden sie ähnliche anatomische Verhältnisse wie beim Menschen, als die mittelalterlichen Anatomen andere Tiere sezierten, ahnten sie, dass hier ein ähnlicher Organisationsplan vorliege und die Arbeit zu Ende des vorigen Jahrhunderts deckte im Bau der Wirbelsäule, des Schädels, der Gliedmassenknochen, der Muskeln, der Eingeweide, des Herzens, der Verteilung der Arterien, Venen und Nerven vielfache und weitreichende Ähnlichkeit auf, gleichgültig ob man den Menschen, ein Säugetier, einen Vogel, eine Eidechse oder einen Fisch untersuchte. Wie der anatomische Bau der vielen Millionen menschlicher Individuen stets gleichen Typus (mit geringfügiger Verschiedenheit und Abstufung) aufweist, so ist die ungeheure Zahl aller Wirbeltierarten nach einem gemeinsamen einheitlichen Baustile gebildet.

Die grosse Begeisterung über den geistigen Fortschritt der anatomischen Forschung im vorigen Jahrhundert hat viele Männer verführt, die Ausdrücke „Einheit der organischen Zusammensetzung", „Einheit des Planes", „Identität der anatomischen Elemente", „durchweg gleichförmige Wiederholung der anatomischen Bestandteile", durch welche verschiedene Gelehrte die neue Erkenntnis auszudrücken versuchten, so aufzufassen, als seien alle Wirbeltiere aus denselben in gleicher Weise arrangierten Teilen aufgebaut. Das war ein grosses Missverständnis; denn die oben stehenden Termini bedeuten nur eine sehr grosse Ähnlichkeit des Baues, eine Ähnlichkeit verschiedenen Grades, niemals absolute Gleichheit noch Kongruenz.

Das eben geschilderte Resultat ward durch einseitige Fragestellung erzielt, indem nur die Beziehung der Lage — topographische Eigenschaften und die Eigenart der Form — morphologische Charaktere an den Körperorganen studiert wurden. Neben diesen für die Konstruktion des Körpers wichtigen Momenten ist auch die Thätigkeit — physiologische Funktion der Organe zu erwägen. Die drei Gruppen von Eigenschaften stehen in so inniger Verbindung, dass es niemandem entgehen kann, wie fein die besonderen morphologischen und topographischen Eigenschaften der Handknochen jeder Tierspecies der zu verrichtenden Aufgabe angepasst sind: die Hand, welche zum Greifen dient, oder greift und zugleich den Körper beim Laufe stützt, besitzt fünf oder vier bewegliche Finger und kurze Mittelhandknochen. Die letzteren sind besonders kurz und plump in den Händen, welche Griff und Grub besorgen. Ist der Dienst der Hand aber ausschliesslich auf die Ortsbewegung beschränkt, so strecken sich die Mittelhandknochen in die Länge (Huftiere), und die Fingerzahl ist gemindert; nur der dritte und vierte Finger oder der dritte Finger allein stehen an der Handspitze. Die Leistungen der Hand hängen ferner von der Form und Bewegungsfähigkeit der Armknochen und ihrer Muskeln ab. Das vollkommene Greifinstrument unseres Körpers kann seinen Zweck nur erfüllen, weil ihr Träger, die Speiche, drehbar am Ellenbogenbeine befestigt ist. Die fingerarme, ganz einseitig wirksame Stützhand der Huftiere hingegen kann der Drehbarkeit der Vorderarmknochen entraten: ihre Speiche ist nur in beschränktem Grade verschiebbar und die Elle ist ganz klein. Der physiologische Konnex erstreckt sich auch auf weiter entfernte Organe. Die freibewegliche Hand gehört dem aufrecht gehenden Menschen zu, ihr Vorkommen ist untrennbar mit der besonderen Form seiner Beine, des Beckens und der Anordnung ihrer Muskeln verbunden, lauter Eigenschaften, die den aufrechten Gang ermöglichen. Bei den Vögeln z. B. erscheint in der Regel ein langer Hals, wenn der Rumpf auf hohen Beinen steht u. s. w.

Die dämmernde Erkenntnis des formalen und funktionellen Zusammenhanges der Organe zu einer Zeit, deren gesamte Litteratur die nüchtern mechanische Denkweise spiegelt und den Vergleich des Organismus mit einer Maschine ununterbrochen wiederholt, schien die Berechtigung dieses Bildes in den zoologischen Disziplinen zu erweisen und half die Reflexionen, welche die mathematische Mechanik mehrere Jahrhunderte früher an den einfachen Maschinen erwogen hatte, auf die Erörterung des tierischen Körperbaues zu übertragen. Wie der Effekt jeder Maschine von der Form, Grösse und Verbindung ihrer Teilstücke abhängt, so scheint auch der Tierkörper durch die gleichen Beziehungen seiner Organe lebenskräftig. An Stelle oberflächlicher Betrachtungen über den Nutzen der Organe trat jetzt die planmässige Analyse der einzelnen, den physiologischen Wert bedingenden Komponenten und hob durch eine rasch wachsende Summe neuer Beispiele den untrennbaren Zusammenhang aller Organe hervor. Immer bestimmter

wurde die formale und funktionelle Abhängigkeit aller Stücke des Körpers erkannt, die ausserordentlich fein auf einander abgestimmt sein müssen, um einen Totaleffekt zu erzeugen. Das beweisende Material ward langsam zusammen getragen und vielfach erörtert, bis Cuvier (1769—1832) das allgemeine Resultat als Prinzip der Korrelation formuliert und ihm durch ausgedehnte Untersuchungen überall Geltung verschafft hat. Ein von ihm selbst ausgeführtes Beispiel[1]) mag seinen Gedankengang erläutern:

„Wenn ein Raubtier nur frisches Fleisch verdauen kann, muss sein Gebiss geeignet sein, die lebende Beute zu zerreissen (vergl. Fig. 16). Die Zahnkronen müssen klingenförmig sein und senkrecht gegen einander wie die Hälften einer Schere bewegt werden. Deshalb muss der quere Gelenkhöcker des Unterkiefers in einer tiefen quer gerichteten Pfanne des Schädels wie in einer Charniergrube sicher artikulieren. Da der dicke Unterkieferbogen hebelartig gegen den Oberkiefer bewegt wird, müssen bestimmte Entfernungen zwischen dem Drehpunkte, dem Angriffs- und Widerstandspunkte desselben bestehen, um die Energie des Bisses zu sichern; die bewegenden Muskeln, hauptsächlich der Schläfenmuskel (M. temporalis) müssen ein der Leistung entsprechendes Volumen besitzen und weil sie an der Seitenfläche des Schädels lagern, auch die Form seiner Knochen beeinflussen. Deshalb ist die Schläfengrube des Schädels ausgedehnt, und der Jochbogen, innerhalb dessen die Masse des Schläfenmuskels gegen den Unterkiefer zieht, springt als stark konvexer Knochenreif vor. Derselbe ist kräftig ausgebildet, weil von seiner Aussenfläche ein zweiter, den Unterkiefer hebender Kaumuskel (M. masseter) entspringt.

Da das Raubtier seine Beute verfolgt und in gewaltigem Sprunge überfällt, muss das ganze System der Bewegungsorgane kräftig sein. Die hochgestellten Fusssohlen (Zehengänger) berühren nur mit wenigen Sohlenballen den Erdboden. Dies steigert die Schnelligkeit des Laufes. Die spitzbekrallten Tatzen müssen leicht geschnellt und kräftig eingeschlagen werden. Das erfordert eine ganz bestimmte Verteilung der Muskeln, Sehnen und Knochen. Damit das Tier seine Beute tragen kann, braucht es kräftige, die Kopf haltende Muskeln; diese bedürfen zur Insertion wiederum grosser Knochenflächen am Hinterhauptsbeine (Fig. 16) und den Halswirbeln. Die Sinnesorgane des Räubers müssen scharf sein, die Jagdbeute aus der Ferne zu erspähen oder ihr Nahen zu erlauschen. Der blutgierige Feind muss die Fähigkeit haben, verborgen seinem Opfer aufzulauern und im rechten Momente vorzubrechen.

Kurz der Körper eines Raubtieres ist mit so starker innerer Notwendigkeit ausgeführt, dass ein einzelner Teil ohne Zusammenhang mit den anderen weder bestehen kann noch einen bestimmten Wert für die Befriedigung der Lebensbedürfnisse besitzt."

[1]) Citiert nach G. Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles. 1834. Vol. I. p. 178. — Vergl. dazu p. 55—57.

„So können, wie Cuvier fortfährt, z. B. die Huftiere gar nichts anderes als Pflanzenfresser sein, denn ihre Gliedmassen stützen nur den Körper und vermögen niemals Beute zu ergreifen, Hände und Füsse besitzen wenige gering bewegliche Finger, die Hand ist nicht drehbar und die Elle verkümmert. Spitze Höcker, klingenförmige Kronen der Zähne fehlen, ihre breiten Kauflächen zerquetschen die Pflanzenkost, indem sie horizontal an einander verschoben werden. Darum gleitet der Gelenkhöcker des Unterkiefers in einer flachen Längsrinne des Schädels. Die unbedeutenden vertikalen Hebungen des Unterkiefers vollzieht der schwache Schläfenmuskel, der in einer flachen Schläfengrube entspringt. Der Jochbogen ist enge.“

Das allgemeine Resultat seiner Überlegung fasste Cuvier folgendermassen zusammen:

Jedes organisierte Wesen bildet ein Ganzes, einen einheitlichen in sich geschlossenen Aufbau, dessen Teile nicht regellos gehäuft sind, sondern ein gewisses Gleichgewicht in Form und Masse zeigen, wechselseitig verbunden sind und in gemeinsamer Thätigkeit ein Gesamtergebnis erzeugen.

H. Milne-Edwards hat 1823 dieselbe Auffassung durch eine andere Vorstellung zu verbreiten gesucht, indem er das Leben des Tierkörpers mit dem Betriebe einer grossen Werkstätte verglich, in der sehr vollkommene Erzeugnisse entstehen, weil die Arbeit an einzelne für eine spezielle Verrichtung besonders geschickte Individuen verteilt wird — Arbeitsteilung. Auch die Lebensvorgänge des Organismus spielen sich in vielen Werkstätten ab, umso vollkommener, je strenger die Aufgabe eines Organes desselben spezialisiert ist Die einseitige Bestimmung für eng umschriebene Leistungen erfordert natürlich das pünktliche Eingreifen der Thätigkeit der anderen Organe. Deshalb muss Aufgabe und Arbeit eines Organes auf die Thätigkeit der anderen Teile abgestimmt sein, wie seine Form die Gestalt anderer Werkzeuge beeinflusst. Und jedes Organ führt nicht nur seine bestimmte Verrichtung aus, sondern wirkt auf den ganzen Organismus, wie es selbst von jedem günstigen oder schädlichen Einflusse auf andere Organe getroffen wird; (z. B. starke Anstrengung der Körpermuskeln beschleunigt die Energie der Atembewegungen und den Rhythmus des Herzschlages. Angespannte Thätigkeit erzeugt Hunger, reichliche Füllung des Darmes Müde und Schläfrigkeit). Jedes Phänomen ist eben nur ein Glied einer grossen Reihe von Erscheinungen, welche sich wechselseitig bedingen und biologisches Gleichgewicht halten. Die Organe können nicht selbständig, sondern nur in geradezu sklavischer Abhängigkeit von einander arbeiten. Erst der Einklang im Zusammenwirken aller Funktionen, ihre topographische, morphologische und physiologische Korrelation sichert das bewundernswerte Gesamtresultat eines einheitlich ungestört verlaufenden Lebensvorganges.

Die Form der Zähne erheischt unweigerlich eine bestimmte Form des Unterkiefergelenkes, eine bestimmte Kraftentfaltung der Kiefermuskeln, be-

stimmte Gestalt der Gliedmassen, der Krallen u. s. w. gerade so wie die in der Gleichung zusammengefassten Eigenschaften einer Kurve durch einander bestimmt sind. „Bei gründlicher Kenntnis der Lebensökonomie würde daher jeder, auch der kleinste Teil des Körpers genügen, die Form der anderen Teile abzuleiten, wie die bekannten Grössen einer Gleichung die unbekannte verraten.“

Auf diese Weise wurden Thatsachen, die vorher nur den Rang zufälliger anatomischer Befunde bei einer Tierart genossen, in ihrer notwendigen Verknüpfung erkannt und das Gleichnis, mit welchem Menenius Agrippa den Zorn des römischen Volkes versöhnte, durch die anatomische Wissenschaft bestätigt.

Als allgemeines logisches Resultat vieler in dieser Richtung ausgeführten Arbeiten erscheint das Gegenteil der naiven Auffassung, von welcher die alten Ärzte ausgegangen sind (p. 26). Anatomische und physiologische Reflexion haben den untrennbaren Zusammenhang aller Organe so zwingend erwiesen, dass man im strengen Sinne des Wortes gar nicht mehr von dem *Aufbaue des Körpers aus einzelnen getrennten Teilen* sprechen darf. Nicht ein *zusammengesetztes Werk* — als ein Ganzes, dessen Regionen verschiedene Verhältnisse des Lage und Leistung zu einander einhalten, steht der lebende Körper vor unseren Augen.

Nur die Eigenart des Denkens hat die Vorstellung von der Teilbarkeit des Körpers gezeitigt. Denn unser Geist muss trennend vorgehen und Einzelheiten gesondert verfolgen, ehe er die Einheit der Naturerscheinungen zu begreifen vermag. Weil der Anatom die Verknüpfung einzelner Regionen kunstgerecht mit dem Messer zu trennen und letztere vollkommen isolieren lernte, schien der Augenschein den Glauben zu unterstützen, dass unabhängige Werkzeuge sich zum Organismus fügen. Ihm stand von jeher die Erkenntnis der Einheit des ganzen Körpers gegenüber, welche frühzeitig den Begriff der einfachen Lebensursache — Seele bilden half. Jetzt aber lehrt die vorurteilsfreie Prüfung der modernen Ergebnisse, dass sowohl der Gedanke: „Zusammensetzung des Organismus aus Organen“ wie die Annahme eines „einheitlichen Lebensprinzipes“ nur Hilfsvorstellungen sind, die nicht einem realen Vorkommen in der Natur entsprechen. In Wirklichkeit steht ein einheitlicher, ohne Störung seiner Existenz nicht zerlegbarer Tierkörper vor uns, dessen Bezirke — Regionen abweichende Gestalt und Thätigkeit zeigen, aber alle untrennbar zusammenhängen und gemeinschaftlich wirken. Es wäre thöricht das Wort „Organ“ aus dem Sprachschatze der wissenschaftlichen Terminologie zu verbannen, nachdem diese Erkenntnis gewonnen ist.

[1]) Une seule dent m'a tout annoncée. Cuvier. Φασι γέ τοι τον πλαστῶν τινα, Φειδίαν οἶμαι, ὄνυχα μόνον λέοντος ἰδόντα ἀπ' ἐκείνου ἀναλελογίσθαι, ἡλίκον ἄν ὁ πᾶν λέων γένοιτο κατ' ἀξίαν τοῦ ὄνυχος ἀναπλασθεὶς. Lucian, Hermot 54.

Aber stets ist festzuhalten, dass der Begriff, welchen der Anatom mit dem Worte „Organ“ bezeichnet, nicht ein unabhängiges, ganz besonderem Zwecke gebildetes Instrument, sondern eine bestimmt gelagerte, geformte und in begrenzter Weise wirksame Region des Körpers meint, deren Grenzen in Wirklichkeit nicht so scharf abgesteckt sind, wie sie der Übersichtlichkeit halber willkürlich gezogen werden, vielmehr leise in die benachbarten Regionen übergehen.

Die Fortschritte der topographischen und morphologischen Analyse haben auch den Stil der anatomischen Abhandlungen beeinflusst und in notwendiger Folge der Einsicht, dass der tierische Organismus als ein geschlossenes System verschiedenartiger Körperregionen zu betrachten ist, einfache Regeln der anatomischen Beschreibung gezeugt. Innerhalb grosser systematischer Gruppen des Tierreiches behaupten die Regionen immer ähnliche Anordnung. Wie verschieden sie auch entwickelt sind, niemals verlieren sie die typische Stellung und Verbindung zu den Nachbarbezirken, weil in einem geschlossenen Systeme die Lage eines Abschnittes die Stellung anderer Zonen notwendig bedingt. Auch ihre Masse und Gestalt zeigt ein gewisses stabiles Verhältnis. Denn wenn in einem geschlossenen Körper das Volumen eines Bezirkes zunimmt, müssen in notwendiger Ausgleichung andere Abschnitte kleiner werden und umgekehrt.

Um diese unabänderlich strengen Proportionen des Masses, der Masse, der Lage und Form, welche im Organismus herrschen, klar und einfach auszudrücken, sind, wie Vicq d'Azyr[1]) 1786 zuerst ausgesprochen hat, die einfachen Gesichtspunkte der Betrachtung der mathematischen Analyse der Körper, einer älteren durch den Scharfsinn vieler Generationen ausgebildeten Wissenschaft zu entlehnen.

Demgemäss bezieht man Lage und Gestalt der Regionen des Tierkörpers auf drei durch denselben gelegte Hauptebenen oder deren Schnittachsen: Eine senkrechte Hauptebene — Medianebene teilt den Körper z. B. eines stehenden Pferdes so, dass er in eine rechte und linke Hälfte zerfällt. Die Längsachse des Tieres fällt in die Medianebene. Alle der letzteren parallel laufenden Ebenen, welche durch die Seitenhälften des Körpers schneiden, werden Sagittalebenen genannt. In der anderen zur Medianebene und dem Erdboden (Horizontalebene) senkrechten Richtung lassen sich nach Bedarf beliebig viele Ebenen legen, die alle Querschnitte des Körpers liefern. Jede einzelne derselben teilt den Tierleib in zwei Stücke: einen vorderen zum Kopfende — kranialen und einen hinteren zum Schwanzende schauenden — kaudalen Bezirk. In der dritten zu diesen beiden Ebenen senkrechten Richtung ziehen die Transversalebenen. Ferner sind Tangentialebenen an den Körper zu denken:

1) „Tout organ, que l'on se propose de decrire, doit être traité comme une solide géométrique“.

a) transversale Dorsalebenen, die den Rücken berühren, transversale Ventralebenen, welche die Bauchfläche berühren,
b) parallel der Medianebene ziehende Lateralebenen, welche die Seitenfläche des Tieres berühren.

Dieses System von Ebenen stellt einen räumlichen Massstab für die Anordnung und Gestalt sämtlicher Organe des Tierkörpers dar und wird vor jeder Beschreibung gewissermassen wie ein einfaches ideales Gerüste durch den Tierkörper gespannt, damit die Vorstellung des Lesers leicht an dasselbe anknüpfen kann. Um bestimmte Beziehungen zu den Hauptebenen kurz auszudrücken, sind bequeme Bezeichnungen eingeführt worden:

Median: in der Medianebene oder nahe derselben liegend.

Lateral: gegen die Medianebene entweder nach rechts oder links verschoben.

Sagittal: in der Richtung einer Sagittalebene.

Transversal: in der Richtung einer Transversalebene.

Dorsal: nach dem Rücken
Ventral: nach dem Bauche
Kranial: kopfwärts
Kaudal: schwanzwärts
} liegend oder gerichtet.

Wenn an dem Körper seitliche Anhänge stehen, z. B. die Gliedmassen, so wird die Lage ihrer Teile als proximal: die dem Stamme näher liegende Zone, distal: die dem Stamme fernere Zone bezeichnet.

Bei den vielfachen Beziehungen der kleineren Körperbezirke zu einander genügen jedoch die auf die Hauptebenen bezogenen stereometrischen Masse nicht, um ein anschauliches plastisches Bild der Organe zu entwerfen. Es müssen ausserdem die gegenseitigen Lagebeziehungen der Organe unter sich als feinerer Massstab für die topographische Schilderung dienen, bei den Wirbeltieren ganz besonders die Hauptstämme und Seitenzweige der Blutgefässe und Nerven. Damit die verschiedenen Dimensionen die Vergleichung desselben Organes bei mehreren Arten nicht stören, fasst man nicht die absolute Grösse, sondern das Grössenverhältnis zu anderen Organen ins Auge.

Nach diesen Gesichtspunkten wird zuerst die allgemeine Anordnung der grösseren verschiedener physiologischer Funktion dienenden Körperregionen geschildert, später die besondere Lage, Richtung und Ausdehnung der Organe, die Krümmung und das Relief ihrer Oberfläche, deren Kanten und Winkel und endlich der innere Bau.

Je grössere Herrschaft die stereometrische Methode der Beschreibung erlangte, um so entschiedener wurden ältere Vorstellungen über den anatomischen Bau der Tiere umgewandelt. Während vorher die *vage Ansicht eines gemeinsamen Bauplanes aller Tiere überhaupt* herrschte, führte die genauere Erforschung der topographischen und morphologischen Eigenschaften der Organismen zu Beginn dieses Jahrhunderts die Annahme der

durch Cuvier ausgesprochenen Lehre von der Stilverschiedenheit des Bauplanes im Tierreiche herbei.

Schon die allgemeinsten Beziehungen der wichtigen Organe zu den Hauptebenen stimmen nicht bei allen Tieren überein. Wohl wird fast jeder tierische Körper durch die Medianebene in symmetrische Hälften, Teilstücke — Antimeren geschieden, aber die Unterbezirke jeder Hälfte können in verschiedener Weise zur Hauptebene gerichtet sein: entweder herrscht gleiches Ebenmass beider Teilstücke — symmetrischer Bauplan, dann liegen die meisten Organe paarig in gleich weitem Abstande rechts und links von der Mediane (wenige sind von vorneherein unpaar), oder — radiär symmetrischer Bauplan: die wesentlichen Organkomplexe sind strahlig — radiär in beiden symmetrischen Teilhälften geordnet, so dass der Körper in mehr als zwei Teilstücke zerfällt (ihre Zahl beträgt entweder 4 oder 5, 6, 8, 10, 12, 20). Der Körper selbst stellt entweder einen einheitlichen Stamm dar, z. B. bei Wirbeltieren, denen nur seitlich die Gliedmassen anhangen; oder er gliedert sich, z. B. Insekten, Krebse, Würmer, in eine verschieden grosse Zahl hinter einander liegender, ungefähr cylindrischer Abschnitte — Segmente, Metameren, die gleichartig — homonom oder ungleichartig — heteronom entwickelt werden.

Das sind nur allgemeine Beziehungen. Die stilistischen Unterschiede der Organform und Lage sind noch bedeutender. Als Beispiele folge hier die Beschreibung etlicher Stiltypen. (Die genauere Schilderung ist im speziellen Teile gegeben.)

I. Typus der Wirbeltiere.

Der bilateral symmetrische Körper lässt eine Kopf-, Rumpf- und Schwanzregion unterscheiden und die Rumpfgegend trägt zwei Paare lateraler Gliedmassen. Im Innern des Körpers liegt ein festes Stützgerüste, das aus kleinen knorpeligen oder knöchernen Stücken aufgebaute Skelet (Fig. 5). Um die Längsachse reihen sich die Wirbel der segmentierten Wirbelsäule, deren kraniales Ende einen grossen Hohlschädel trägt. Lateral stehen den Wirbelkörpern die Rippenspangen an. Den Kern der Gliedmassen durchziehen längliche Extremitätenknochen. Die vorderen und hinteren Gliedmassen sind mittelst eines Traggürtels: Schulter- und Beckengürtel mit der Wirbelsäule verbunden. Die Muskeln umhüllen alle Skeletteile. Die Hauptmasse des Nervensystemes hat die Gestalt eines unpaaren medialen Rohres — Rückenmark, das in der Kopfregion zu dickwandigen Blasen — Gehirn erweitert ist. Aus der Wand des Nervenrohres strahlen Nervenfasern in die einzelnen Körperregionen. Das Nervenrohr liegt in einem von den Wirbelbogen überspannten Kanale der Wirbelsäule, die Gehirnblasen in der Schädelhöhle. Der Rumpf ist hohl. Seine weite Leibeshöhle umschliesst die Eingeweide.

An ihrer dorsalen Wand liegen die harnbereitenden Urnieren und medial von denselben die Geschlechtsdrüsen, welche enge Beziehungen zu den Ausführgängen der Urniere besitzen. Die Hauptmasse des langen schlauchförmigen Darmes erfüllt die Leibeshöhle. Er ist in drei grosse Abschnitte gegliedert: Vorder-, Mittel- und Enddarm und besitzt eine sehr voluminöse Verdauungsdrüse — Leber, sowie eine kleinere Anhangsdrüse, Bauchspeicheldrüse — Pankreas. Ferner findet sich in der Leibeshöhle ein blutbildendes Organ, die Milz. Rotes Blut kreist in einem vollständig geschlossenen Netzwerk verschieden weiter Gefässe durch die Kontraktionen des Herzens, das im vordersten ventralen Winkel der Leibeshöhle liegt. Als Atemorgane dienen Teile des Vorderdarmes entweder Schlundtaschen oder Lungensäcke. Der obere und untere Mundrand wird durch Kinnladen gestützt, welche sich vertikal bewegen: der After liegt hinter den hinteren Gliedmassen.

II. Typus der Insekten.

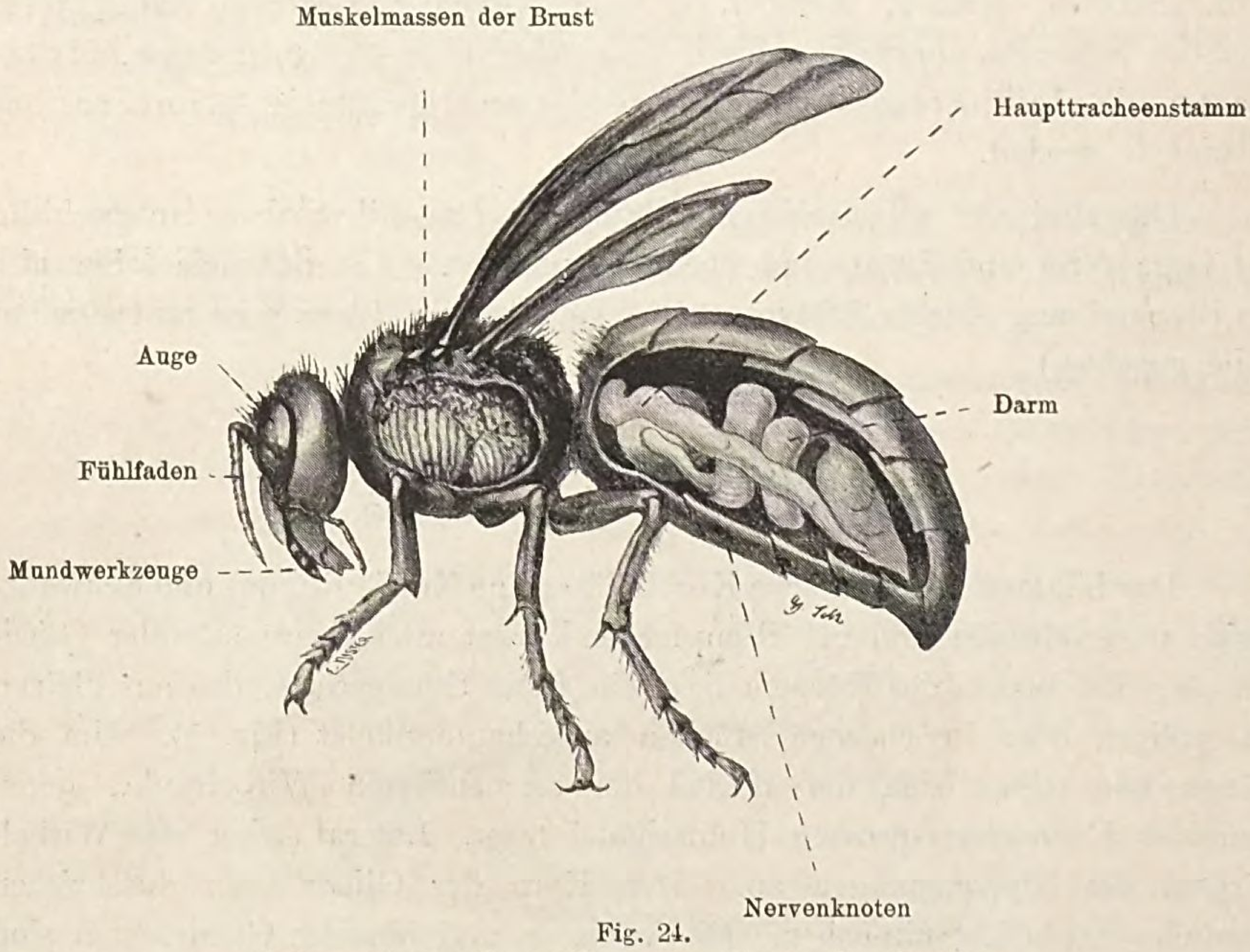


Fig. 24.
Schematische Darstellung des Baues der Insekten.

Der bilateral symmetrische Körper ist segmentiert und von einem festen ebenfalls segmentierten Aussenskelet — Chitinpanzer umhüllt. Die Segmente sind verschiedenartig entwickelt. Das erste Segment — Kopf hat eine abgeplattet sphärische Form, trägt grosse paarige Augen und zwei gegliederte Fühlfäden, ferner die Mundöffnung, an deren Seitenrand drei Paare scherenartiger Mundwerkzeuge befestigt sind. Die drei nächstfolgenden Segmente sind mit einander verwachsen zur sog. Brust, die übrigen beweg-

lichen Segmente bilden den Hinterleib. Die drei Körperregionen sind durch tiefe Einschnürungen von einander getrennt. An der Brust sind die Bewegungsorgane entfaltet, ventral stehen drei Beinpaare, deren jedes aus mehreren gegen einander winklig geknickten und gelenkig beweglichen Chitinstücken besteht und mit zwei Krallen endet; dorsal ragen zwei Paare breiter als Flugwerkzeuge verwendeter Chitinlamellen — Flügel empor. Die Höhle des Brustabschnittes ist von Muskeln erfüllt, welche die Beine und Flügel bewegen. Der Hinterleib birgt eine geräumige Leibeshöhle und die Hauptmasse des Darmes, ferner die grossen Stämme der Atemorgane — Tracheen, das sind chitinöse Röhren, welche sich wie die Blutgefässe der Wirbeltiere im ganzen Körper verzweigen und Luft in ihre Höhlung einsaugen bezw. ausstossen durch kleine Öffnungen — Stigma an den Seitenwänden von Brust und Hinterleib. Das farblose Blut fliesst nicht in besonderen Gefässen, sondern erfüllt die Leibeshöhle und wird durch die Kontraktionen eines dorsal liegenden Muskelschlauches — Herz bewegt. Jedem Segment kommt ein ventrales Paar von Nervenknoten — Ganglienknoten zu, die unter einander durch mediane Längsnerven verbunden sind. Deshalb hat das Nervensystem der Insekten ein strickleiterähnliches Aussehen. Im Kopfe allein liegen zwei Ganglienknoten, dorsal und ventral an der von der Mundhöhle abgehenden Speiseröhre.

Am Darm hängen keine Verdauungsdrüsen, aber zahlreiche dünne Schläuche — Malpighische Gefässe, welche ein harnähnliches Sekret in die Darmhöhle entleeren. Die Geschlechtsorgane liegen der ventralen und lateralen Innenwand der Leibeshöhle an.

III. Typus der Weichtiere.



Fig. 25.
Schematische Darstellung des Baues einer Süsswassermuschel. Der Fuss ist etwas über die Schale ausgestreckt.
a Vorhof des Herzens, *c* Herz, *i* Darm, *k* Kiemen, *l* Leber, *m* vorderer, m_1 hinterer Schliessmuskel, *n* Niere, *p* Mantel, *v* Magen.

Der bilateral symmetrische Körper ist ungegliedert und entbehrt der Gliedmassen. An der Ventralseite sind Muskelmassen zu einem (bei Muscheln schmalkantig beilförmigen, bei anderen breitsohligen) Fuss angehäuft, ober-

halb des Fusses sitzt ein die Eingeweide umschliessender und nach hinten spitz ausgezogener Abschnitt des Körpers — Eingeweidesack. An Stelle einer weiten Leibeshöhle wird er nur von einem unregelmässigen System verhältnismässig enger Spalten durchzogen, welche vom Blut erfüllt sind. Der Darm (*i*) bildet mehrfache Schlingen oberhalb des Fusses und zieht dann nahe der Dorsalfläche gerade gegen den After. Das Herz (*c*), ein muskulöser Sack mit zwei je rechts und links stehenden Seitentaschen. — Vorhof (*a*) liegt median dorsal am Enddarme (bei den Muscheln wird es vom Enddarm durchbohrt). Unterhalb des Herzens liegen zwei symmetrische dünnwandige Schläuche — Nieren (*n*). Als Atemorgane fungieren gefiederte Hautlappen — Kiemen (*k*), welche rechts und links von der Seitenfläche des Eingeweidesackes herabhängen. Sie werden verdeckt durch eine den ganzen Körper überwallende Falte — Mantel (*p*), dessen Aussenfläche eine kalkige Schale abscheidet. Das Tier ist an der Schale befestigt, durch Schliessmuskeln (m, m_1) welche bei Muscheln am vorderen und hinteren Ende des Körpers liegen, bei anderen Weichtieren anders gestellt sind. Als Nervensystem sind etliche Nervenknotenpaare in verschiedenen Regionen des Körpers verteilt und durch Nervenstränge verbunden. Am Darm hängt immer eine sehr voluminöse Drüse — Leber (*l*).

IV. Typus der Gliederwürmer.

Die Segmentierung des Körpers ist sehr scharf ausgesprochen, weil von den Segmentfurchen der äusseren Haut gerade Scheidewände die Leibeshöhle durchsetzen und dieselbe in segmentale Kammern gliedern, der Darm zieht als gerader Schlauch durch alle Segmentkammern. Das Blut strömt in einem geschlossenen Gefässnetze, dessen Hauptstämme dorsal und ventral über dem Darme in der Medianebene ziehen und durch Querbogen in jedem Segment verbunden sind. Die Ganglienpaare jedes Segmentes werden durch Längsnervenstränge zu einer Strickleiterkette verknüpft. Die Rolle der Niere spielen hier dünne gewundene Kanälchen — Segmentalorgane, welche in jedem Segmente paarig auftreten. An der lateralen Wand jedes Segmentes springen kleine Borsten tragende Höckerchen — Fussstummel vor.

V. Typus der Stachelhäuter.

Der sphärische Körper umschliesst eine grosse Leibeshöhle, durch welche der gewundene Darmschlauch (*d*) läuft. Mund und After stehen an entgegengesetzten Polen der Hauptachse. Die Anordnung anderer Organe verleiht dem ursprünglich bilateral-symmetrischen Körper fünfstrahliges Gepräge, indem drei Organsysteme: das Nervensystem, die Blutgefässe und die Wassergefässe in der Nähe des Mundes je einen Ring bilden und von diesem fünf

in gleich weit abstehenden Meridianen verlaufende radiäre Hauptstämme längs der Körperwand ausstrahlen lassen. Besonders charakteristisch ist das Wassergefässsystem. Wie die Insekten Luft in ein besonderes Gefässnetz der Tracheen einsaugen, führen die Echinodermen Wasser in das Wassergefässnetz

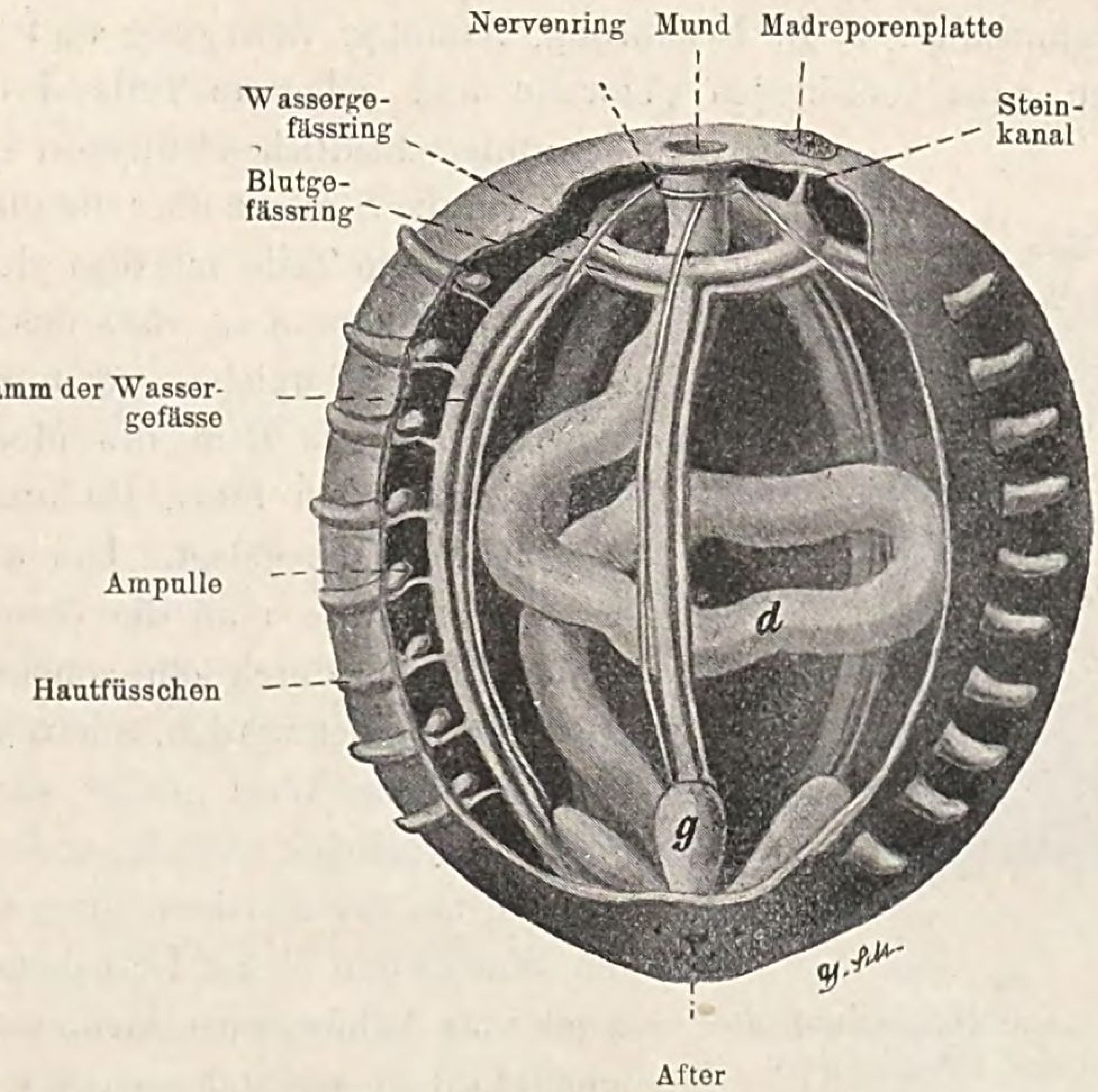


Fig. 26.
Schematische Darstellung des Baues der Stachelhäuter.
d Darm, *g* Geschlechtsorgane.

ein. Dasselbe dringt durch eine in der Nähe des Mundes liegende Siebplatte — Madreporenplatte in einen kurz ausgezogenen Ast — Steinkanal des Wasserringgefässes und von diesem in die fünf radiären Längskanäle. Diese treiben kleine Seitenzweige in dünnwandige konische Hautwärzchen — sog. Hautfüsschen, welche so von Wasser geschwellt werden können. Jedem Fussaste hängt eine kleine Blase — Ampulle an, in welche das Wasser zurückfliesst, wenn sie das Füsschen zusammenzieht. In der Haut entsteht ein hartes Skelet lose zerstreuter oder zusammenstossender Kalkplatten. Die Geschlechtsorgane (*g*) hängen als fünf radiale Säcke in die Leibeshöhle.

VI. Typus der Pflanzentiere.

Der Körper hat die Form eines einfachen Sackes, dessen einer Pol festsitzt, während der andere Pol die von hohlen Schläuchen — Tentakeln umstellte Mundöffnung trägt. Der Mund führt in eine weite Darm-

höhle, deren Wand direkt der Körperwand anliegt, weil eine Leibeshöhle vollkommen fehlt. Die nervösen Elemente liegen zerstreut in der Körpermasse. Besondere Organe der Blutbewegung, Atmung, Harnausscheidung sind nicht vorhanden (Fig. 27).

Die kurz skizzierten Beispiele zeigen, dass die Funktionen des lebendigen Organismus, z. B. Ernährung, Atmung, Bewegung und Nerventhätigkeit durch ganz verschieden geformte und gelagerte Teile des Körpers in den unterschiedlichen Stiltypen vollzogen werden. Da die Sprache aber die gleicher Thätigkeit geweihten Teile mit dem gleichen Namen bezeichnet, kommt es, dass das Gehwerkzeug eines Insektes, welches so total anders gebaut ist als das Bein des Menschen, auch den Namen Bein führt. Dadurch sind falsche Vergleiche nahe gelegt. Um denselben vorzubeugen, muss man die verschiedenen Begriffe, welche durch ein solches allgemeines Wort bezeichnet werden, scharf trennen. Man verwendet das Wort „Bein“ zur Bezeichnung vieler beweglicher Anhänge des Tierkörpers, soferne sie der Fortbewegung auf der Erde, im Wasser und in der Luft dienen. Darunter sind nun Anhänge begriffen, welche den gleichen Aufbau verraten — sie werden homologe Organe genannt — ferner Anhänge, welche nur eine übereinstimmende Thätigkeit üben, aber andersartig gebaut sind — sie werden analoge Organe genannt. Die vorderen Gliedmassen des Menschen, der vierfüssigen Tiere, die Flügel der Vögel sind homologe Organe, weil Form und Anordnung ihrer knöchernen und muskulösen Bezirke vollkommen übereinstimmt; hingegen die Vorderbeine der Insekten sind jenen nur analoge Organe. Die Flügel der Vögel und die Flügel der Insekten sind analoge Organe, weil sie nur die gemeinsame Eigenschaft besitzen, durch ihren vibrierenden Schlag das Tier in der Luft schwebend zu halten, im übrigen aber verschieden gelagerte und anders ausgeführte Teile des Körpers sind von Tieren, die nach fundamental verschiedener Disposition gebaut sind.

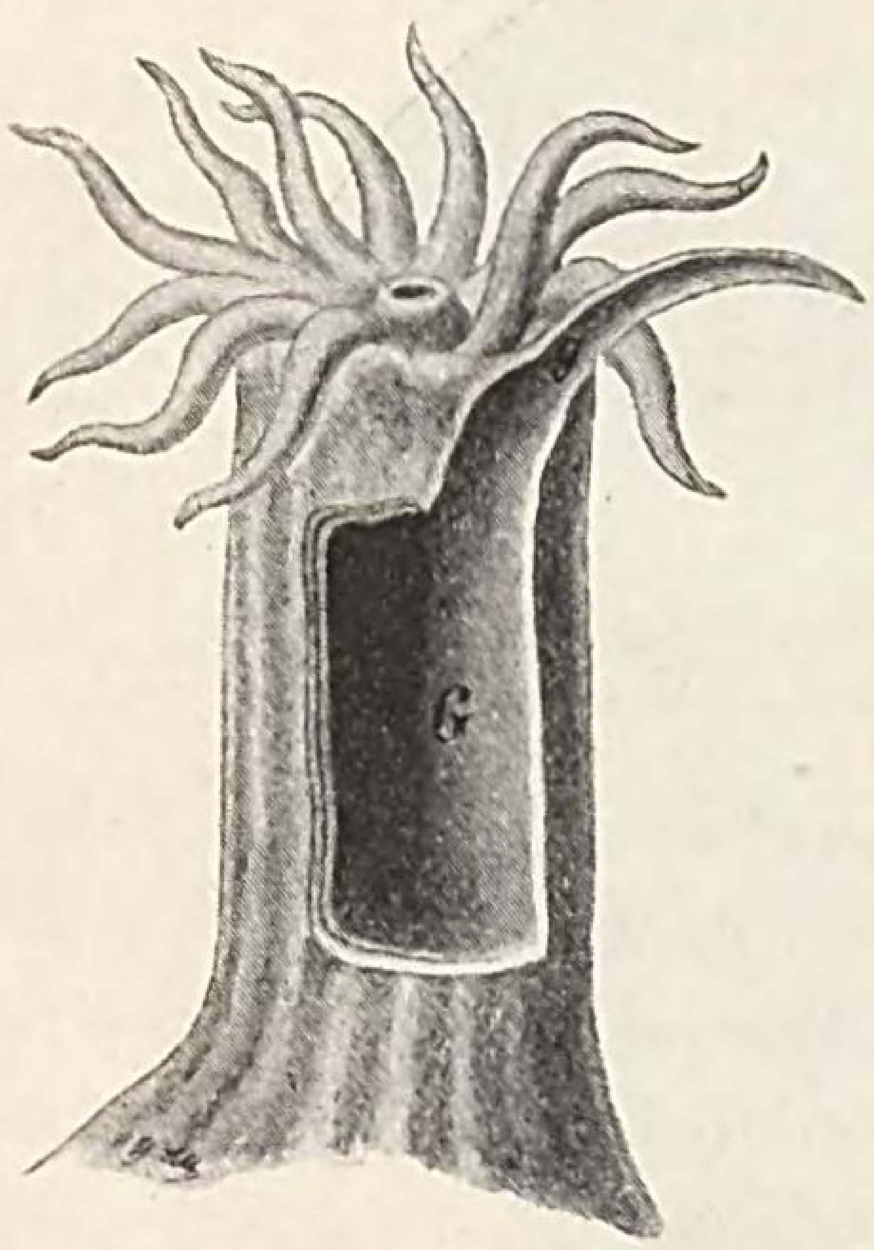


Fig. 27.
Schematische Darstellung des Baues der Pflanzentiere.
G Darmhöhle.

V.

Die mikroskopische Anatomie.

Si perfectiora acutioraque vitra
ad manus fuissent! Malpighi.

Trotz des glänzenden Vorbildes von Harvey und seinen Schülern hat die Erfahrung, dass vorgefasste Meinungen in naturwissenschaftlichen Fragen immer durch den ehernen Zwang der Thatsachen widerlegt werden, und unser Geist nicht a priori, sondern a posteriori zu sicheren Resultaten wandelt, nur langsam fördernden Einfluss auf die anatomischen Untersuchungen gewonnen, weil individuelle Anlage viele bestimmt, eigene Anstrengungen zu meiden, wenn sie glauben, dass bedeutende Männer vor ihnen das richtige Verständnis errungen haben, während andere wieder im Eifer der vordringenden Erkenntnis die feste Grenze des exakten Wissens übersehen und wenig begründeten Vermutungen den Wert von sicher erkannten Thatsachen beilegen. Da hauptsächlich solche Männer während der letzten Jahrhunderte anatomische Studien betrieben und die strenge Selbsterziehung zur Beschränkung der Arbeit auf ein erreichbares Ziel nicht übten, hat sich die wissenschaftliche Welt lange Zeit mit ungenügenden Ansichten über die Struktur der Körperorgane bescheiden müssen.

Recht wunderlich lautet, was man früher über den feineren Bau des Körpers dachte. Jenen Forschern, welche damals durch einfache Sektion dieses Rätsel ergründen wollten, versagten die anatomischen Werkzeuge: Messer, Schere und Pincette an der Grenze der Sichtbarkeit den Dienst. Sie sahen nur in alle Körperteile, gleichgiltig ob Muskeln oder Knochen oder Eingeweide, zahlreiche Gefässe und Nerven eindringen und sich dort verzweigen und glaubten, *wo sie nichts wahrnehmen konnten*, *sei überhaupt keine Struktur vorhanden*, deshalb vertraten sie lange die Lehre, *die Organe: Leber, Milz, Nieren und die anderen Drüsen beständen aus einem von Arterien, Venen, Lymphgefässen und Nerven durchflochtenen Parenchyme, einer gleichartig konsistenten Masse ohne feinere Differenzierung.* (*Quod vasis circumfunditur, Erasistratus παρέγχυμα appellavit. Vesal.*)

Allmählich verlor diese Meinung den Boden. Abseits von der allgemeinen Arbeitsrichtung, welche im 17. und 18. Jahrhundert die mit blossem Auge erkennbaren Verhältnisse der Form und Lagebeziehung der Organe analysierte und dadurch die streng gesetzmässige Zusammensetzung des Organismus erwies, wandten einzelne Forscher ihre Aufmerksamkeit den feineren Formeigentümlichkeiten der Organe zu. Ihre durch neue technische Hilfsmittel der Untersuchung geförderten Beobachtungen haben die Vorstellung von dem parenchymatösen Baue des Körpers durch den Nachweis bestimmter Bauelemente desselben verdrängt. Schon die Beobachtung mit blossem Auge unterstützte diese Meinung, denn das verbreitete Vorkommen von Muskeln in allen beweglichen Teilen, die stete Anwesenheit von Knochen oder mindestens Knorpelstücken in Organen, welche auf irgend eine Weise gesteift sein sollen, die Verknüpfung einzelner Teile durch Fasern, Bänder und Häute, die Verbreitung der Arterien, Venen, Lymphgefässe und Nerven in alle Bezirke des Körpers zeigten allezeit, dass gewisse gemeinsame Bestandteile allen Körperorganen eigen sind, so sehr sich letztere auch durch den Kontrast ihrer Lage, Form und Thätigkeit unterscheiden mögen. Aber der klare Nachweis stand lange aus, weil die Hilfsmittel der Untersuchung ungenügend waren. Die Erfindung neuer Methoden und feinerer Instrumente hat den Fortschritt herbeigeführt. Er knüpfte sich zunächst an die Herstellung der Vergrösserungslinsen, welche sehr kleine Objekte in grösseren Dimensionen zeigen und ihre Bestandteile besser zu sehen gestatten, sowie an die zunehmende Geschicklichkeit der Glasschleifer, gute Linsen in die Hand des wissenschaftlichen Forschers zu liefern.

Aber mit der Linse allein ist die Zusammensetzung der Organe nicht zu erkennen. Es muss auch die Geschicklichkeit vorhanden sein, das Objekt in seine Bestandteile zu zerlegen und die Art der Verbindung derselben festzustellen — Kunst des Präparierens. Dabei war es nicht bloss notwendig, durch vielfache Wiederholung sich in der bei jedem Schnitte in die feinsten Körperteile erforderlichen Überlegung und Geduld einzuüben und die kleinen zerreisslichen Teile der Organe sorgfältig auseinander zu legen, dass sie alles Bemerkenswerte klar unterscheiden lassen, sondern es mussten auch Mittel und Wege gefunden werden, die Fäulnis zu verhindern und die Präparate dauernd zu erhalten — konservieren, damit man sie nicht jedesmal neu anzufertigen braucht und mit anderen bequem vergleichen kann.

Zwei Konservierungswege stehen offen: die Präparate können entweder getrocknet oder in konservierenden Flüssigkeiten aufbewahrt werden. Trocknen eignet sich jedoch nur für manche Objekte, welche dadurch wenig von ihren wesentlichen Eigentümlichkeiten einbüssen, z. B. Knochen, Hörner, Schalen u. s. w., denn schon die Muskeln ändern beim Trocknen ihre Proportionen so stark, dass sie fast nicht mehr erkennbar sind; andere Organe schrumpfen durch den Wasserverlust zu unscheinbaren Massen zusammen. Deshalb sind

die meisten anatomischen Präparate vor Verdunstung zu schützen, indem man sie von der Luft abschliesst und in einer die Fäulnis hemmenden Flüssigkeit: Alkohol, Glycerin, Formalin u. s. w. aufbewahrt oder indem man ihnen das Wasser ganz entzieht und ätherische Öle, Harze und Paraffin an dessen Stelle setzt.

Es ist ferner recht schwer, die feinen Blut- und Lymphgefässe sowie andere Höhlungen in den Organen zu verfolgen: die Arterien sind blutleer, die Venen zerreissen und laufen aus, die Lymphgefässe sind überhaupt nur bei starker Füllung sichtbar und haben gleich den Drüsengängen keine so ausgesprochene Farbe, dass man sie leicht unterscheiden könnte. Diesem Hindernisse begegnete man zuerst durch Einblasen von Luft in die Kanäle. Anstatt dieser rohen und unzuverlässigen Methode schlug Swammerdam vor, die Gefässe vermittels einer feinen Spritze mit Wachs zu füllen — Injektion, welches erstarrt und dieselben gleichzeitig solide macht. Statt Wachses können auch gefärbte Wachsgemische, farbige Leimlösungen, leicht flüssige Metallgemische, Quecksilber u. a. verwendet werden. Die injizierten Netze lassen sich direkt durch Präparation oder Anätzen mit Mineralsäuren — Corrosion blosslegen.

Während die anatomischen Forscher die Technik der feinen Präparation verbesserten, haben die Optiker die Linsen und optischen Instrumente vervollkommnet. Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskopes eröffnete verheissungsvolle Aussicht. Die einfach konstruierten Mikroskope wurden verbessert und achromatische Linsen gefertigt.

Aber die Schwierigkeit, das Mikroskop richtig zu benützen, war anfänglich so gross, dass sich die Hoffnungen auf raschen Erfolg nicht erfüllten und der verächtliche Ausspruch Sbaraglia's: „man könne mit dem Mikroskope alles, was man wolle sehen“, mit Fug und Recht wiederholt werden durfte.

Denn das Mikroskop ist für die Betrachtung der unversehrten Objekte unbrauchbar. Da es kleine, durchsichtige Stücke erheischt, müssen die Organe gequetscht und zerrissen oder durch Einlegen in Glycerin oder ätherische Öle aufgehellt oder in dünne durchscheinende Scheibchen geschnitten und bei durchfallendem Lichte betrachtet werden. Die Weichheit der Organe bereitete grosse Hindernisse. Man musste erst lernen, die weichen Stücke resistenter zu machen — härten, um mit dem Rasiermesser feine Schnitte zu erlangen, und musste dem vorbeugen, dass während des Schneidens der Zusammenhang der feinen Bestandteile nicht zerrissen wurde. Das verhütet die Einbettung, indem die Objekte mit anderen Substanzen, z. B. Paraffin, Celloidin durchtränkt werden.

Wenn auf solche Weise ein der mikroskopischen Analyse zugängliches Präparat hergestellt ist, müssen weitere Fehlerquellen überwunden werden. Denn aus dem ebenen Schnittbilde, welches das Mikroskop entwirft, muss

man die Plastik des Organbaues begreifen lernen und die Grenzen der feineren Organbezirke und ihrer Gewebsmassen aus den Flächen, Grenzlinien und Grenzpunkten des Schnittbildes, welche sich nach der Richtung der Schnittführung immer ändern, zu einer räumlichen Anschauung des körperlichen Verhaltens zusammenfassen. Ob der Schwierigkeit der Aufgabe sind anfangs viele falsche Deutungen unterlaufen, bis der systematische Plan gefunden war, die Schnitte in drei auf einander senkrechten Richtungen zu legen und dieselben zur Kontrolle in verschiedenen Regionen eines Organes zu wiederholen. Endlich wurde die exakteste Untersuchungsart gefunden, welche das ganze Organ in lauter Schnitte zerlegt und diese in einer lückenlosen Serie — Schnittserie aufbewahrt. Dann ist es aber immer noch schwer, die einzelnen Schnittbilder zu einer geistigen Gesamtvorstellung zu verschmelzen. Erst vor zwei Jahrzehnten wurde der einfache Ausweg betreten, indem man die einzelnen Schnittfiguren zu einem plastischen Modelle zusammenfügte. Man zeichnet alle Schnitte bei einer bestimmten Vergrösserung auf Papp- oder Wachsplatten, deren Dicke der im gleichen Massstabe vergrösserten Schnittdicke entspricht, schneidet die Grenzen aus, schichtet die Modellplatten aufeinander und erhält so ein absolut genaues, stark vergrössertes Modell. Bei diesem Verfahren müssen die der mikroskopischen Untersuchung dienenden Schnitte gleichmässig dick hergestellt sein, was beim Schneiden mit freier Hand nicht möglich ist. Deshalb wurden feine Schneidemaschinen — Mikrotome konstruiert, deren sinnreicher Mechanismus die höchste Sicherheit und Gleichmässigkeit des Schneidens garantiert.

Wir wollen die Geschichte dieser Entwickelung überschlagen, um sogleich die Resultate zu betrachten, welche die mühselige Arbeit der mikroskopischen Anatomie für die Organe des menschlichen Körpers festgestellt hat:

Verhältnismässig wenige Baustoffe, welche den Namen Gewebe tragen, fügen das architektonische Gerüst der Organe zusammen, so dass die Struktur aller Organe eine auffallende Übereinstimmung zeigt. Sie finden sich in verschieden grosser Masse, in verschiedener Anordnung und schwankendem gegenseitigen Mischungsverhältnisse, sind hier mehr, dort weniger angehäuft, aber durch das Aussehen und die Beschaffenheit der gleichartigen Bestandteile in allen Organen erkennbar. Dieselben lassen sich in wenige Gruppen übersichtlich zusammenfassen:

1. Bindegewebe,
2. Muskeln,
3. Gefässe,
4. Nerven,
5. Drüsenschläuche.

A. Bindegewebe.

Jede Sektion eines Wirbeltieres lehrt, dass alle Teile des Körpers, z. B. die Haut auf den Muskeln, die Muskeln selbst, die Skeletelemente, die

Blutgefässe und Nerven, die Eingeweide der Leibeshöhle verknüpft sind durch zarte Fäden, weissliche Membranen oder derbere Fasermassen, die man

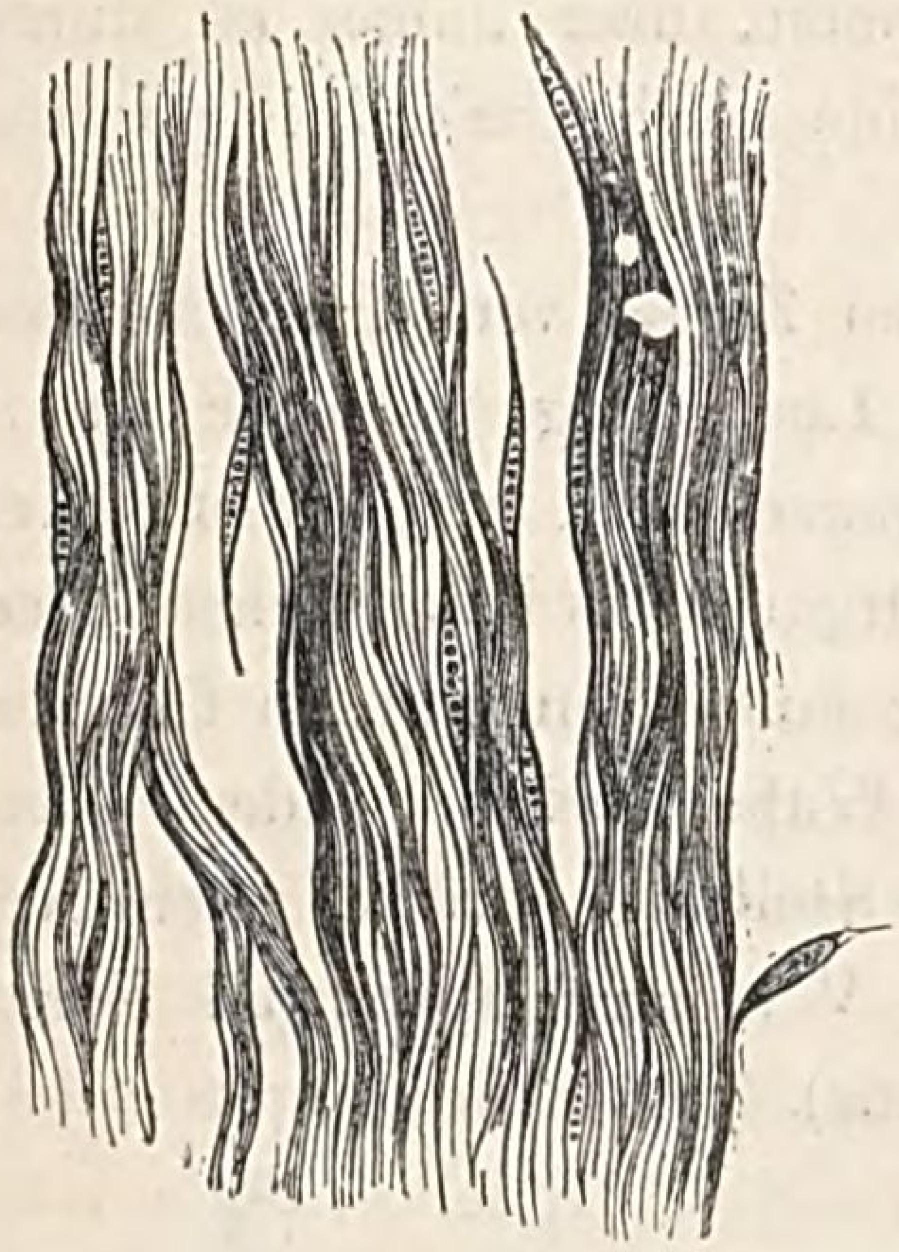


Fig. 28.
Faseriges Bindegewebe.
Nach Leydig (Lehrbuch der Histologie).

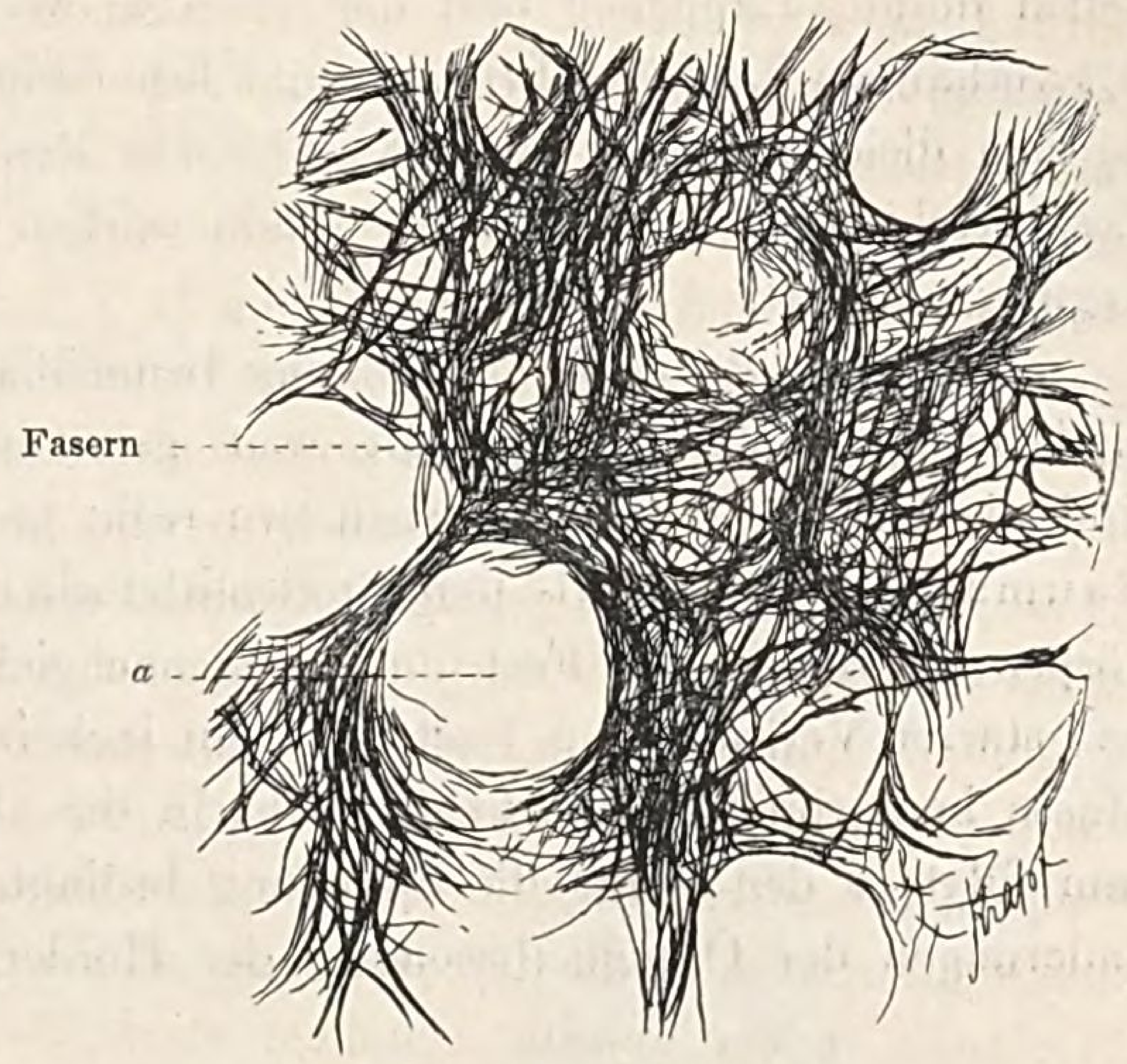


Fig. 29.
Bindegewebe der Leber eines Störs. Nach Böhm-Davidoff.
a Wabenraum des Gerüstes.

Bindegewebe nennt. Dasselbe besteht fast überall aus hellen, scharf konturierten Fasern — Fibrillen von leicht gebogenem Verlaufe, die durch eine strukturlose Zwischensubstanz verbunden sind (Fig. 28). Häufig erscheinen zwischen den zarten Bündeln derbe, brüchige, sehr elastische, gelblich aussehende Fäden — elastische Fasern (Fig. 30). Die Fibrillen des Bindegewebes strahlen nach mancherlei Richtung, flechten zarte Maschennetze und derbe Wabenräume (Fig. 29), schaffen, indem sie sich innig durchweben, flächenhaft gebreitete Membranen oder scharen sich gleich gerichtet zu massigen Bündeln, Strängen und Bändern. In einzelnen Bezirken zeigt das Bindegewebe verschiedenartige Eigenschaften: es ist weich und biegsam oder straff und zähe, sogar fest und starr.

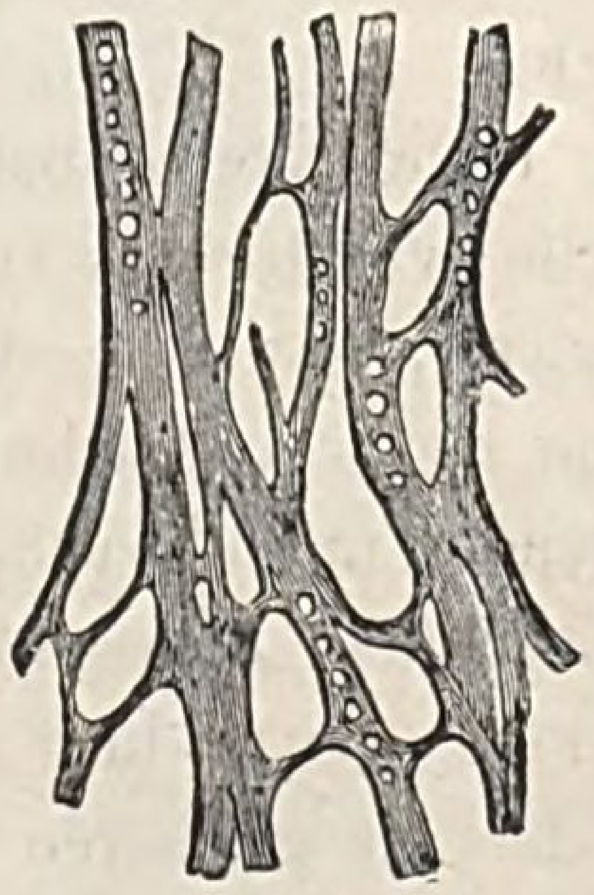


Fig. 30.
Netz elastischer Fasern aus der Tunica media der Lungenarterie. Nach Kölliker (Handbuch der Gewebelehre).

Es bildet auch einen ansehnlichen Massenteil der Organe selbst. Wie es die Gefäss- und Nervenstämme umscheidet, so begleitet es deren feinere Äste, dringt mit ihnen in das Innere der Organe ein, vermehrt sich dort beträchtlich und spannt als Stütze der Blut-, Lymphgefässe und Nerven durch alle Organe ein mächtiges bindegewebiges Gerüstwerk — Stroma,

Theca, dessen Wabenräumen die eigentlich thätigen Bestandteile eingelagert sind. Dieses Gerüst ist nicht einheitlich, sondern in kleinere oder grössere Bezirke gegliedert. Bindegewebsfasern umschnüren die feineren Bestandteile, weben daraus Läppchen und nesteln diese wieder zu einem grösseren Lappen. Oft verhängen die Läppchen nur ganz lose (traubiges Aussehen), oft schliessen sie sich dicht zu einer kompakten Masse zusammen, aber immer ist durch diese Architektur den kleineren Raumbezirken eine gewisse Freiheit der Bewegung gewährt.

Da diese Struktur sich in eng benachbarten Zonen verändert, so dass bindegewebige Verdichtung mit weit gehender Lockerung wechseln kann, sind die biegsamen Bindegewebsfasern recht geeigenschaftet, als wichtigstes Baumaterial, als Füll- und Bindemittel aller Organe des beweglichen Tierkörpers zu fungieren. Fest und wenig nachgiebig an Stellen starken Druckes und starrer Verknüpfung lässt sich sein lockeres Wabenwerk in bedeutendem Masse komprimieren und kehrt leicht in die alte Stellung zurück. Schmiegsam folgt es den durch die Bewegung bedingten Verschiebungen und Formänderungen der Organe (besonders der Hohlorgane).

B. Muskeln.

Einen bedeutenden Anteil am Aufbaue des Körpers nehmen ferner die Muskeln: a) rote quergestreifte Muskeln, die willkürlichen Bewegungsfasern des Skeletes und b) glatte farblose Muskeln, die vom Willen unabhängigen Bewegungsfasern der Eingeweide. Die Menge der quergestreiften Muskeln des menschlichen Körpers überwiegt die glatten, ihr Gesamtgewicht beträgt ungefähr 24,442 kg bei einem Körpergewicht von 64 kg.

Die Skeletmuskeln sind von kleineren Bündeln gebildet, welche zahlreiche cylindrische, rundlich abgestutzte Fäden — quergestreifte Muskelfasern, von 0,01—0,08 mm Durchmesser und 5,3—12,3 cm Länge enthalten. Eine zierliche Zeichnung von feinen, in regelmässigem Abstande sich wiederholenden und abwechselnd hell und dunkel erscheinenden Querringen belebt ihre Oberfläche. Zartes Bindegewebe schnürt um jede Faser eine dünne Hülle — Perimysium und schlingt eine grössere Zahl derselben zu feinen, diese wieder zu grösseren dem blossen Auge sichtbaren Bündeln. Es umfängt auch die äussere Fläche der Muskeln — Perimysium externum und springt an beiden Enden in parallelen, straffen, atlasglänzenden Zügen — Sehne vor, um sie den Skeletteilen anzuheften (Fig. 32). Das Perimysium trägt die Blutgefässe und Nerven.

Die Muskelfasern vermitteln als Organe energischer Kraftleistung durch rasches oder allmähliches Zusammenziehen — Kontraktion alle Bewegungen des Körpers und seiner Glieder. Wenn sie die Ruhe mit Thätigkeit vertauschen, ändert sich ihre Gestalt: die Fasern verkürzen sich in der Längs-

achse und ihr Querdurchmesser schwillt entsprechend an. Der Muskel wird dadurch hart, runzelig und dick; dann kehren sie langsam in die Ruhestellung zurück.

Die Muskeln sind zwischen harten Knochenstücken, welche gelenkig verbunden und um die Unterstützungspunkte der Gelenke wie Hebel beweglich sind, so angebracht, dass sie an einem weniger beweglichen oder unbeweglichen Stücke „entspringen“ und sich an dem anderen beweglicheren Teile „ansetzen“ — inserieren. Durch die Kontraktion werden die beiden End-

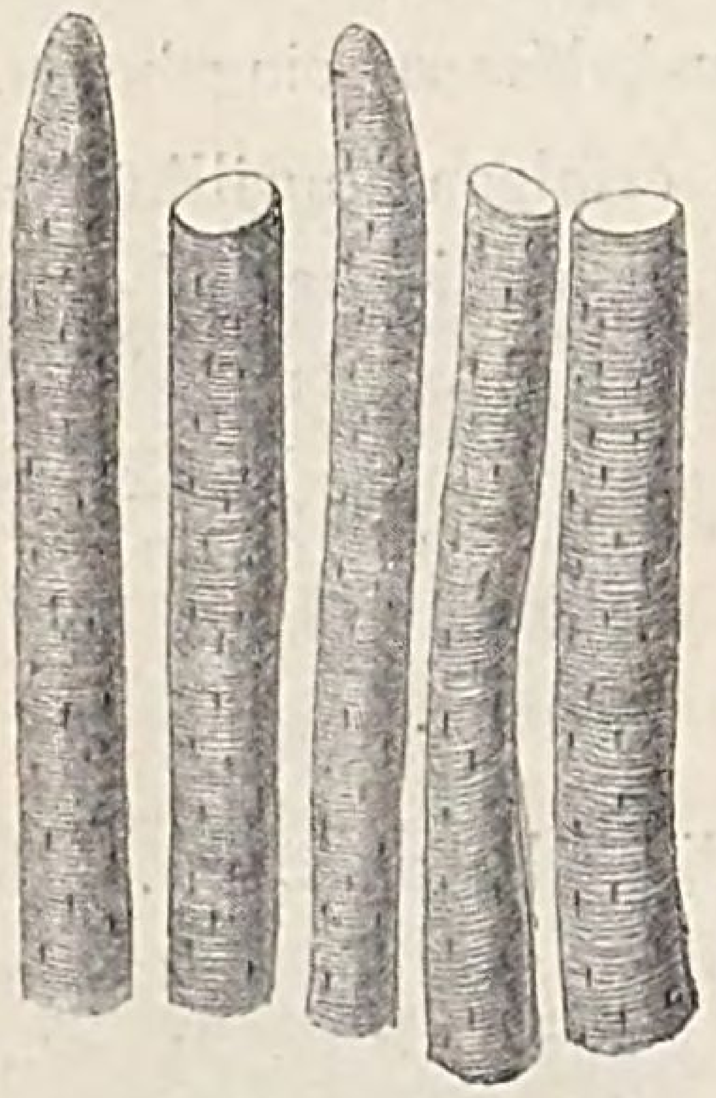


Fig. 31.
Quergestreifte Muskelfasern einer Ringelnatter.

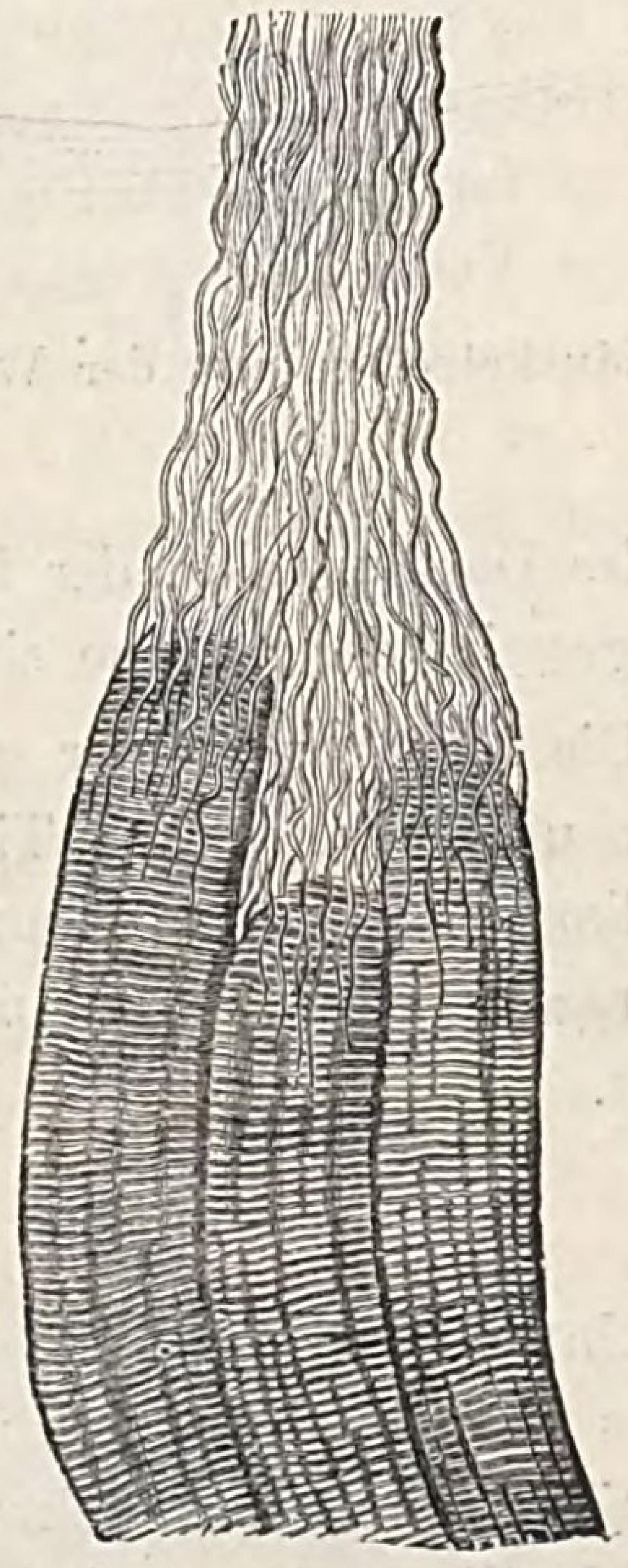


Fig. 32.
Endabschnitt von 3 Muskelfasern samt den ausstrahlenden Sehnenfäden. Aus Paul Bert (Leçons de Zoologie).

punkte des Muskels und damit die Teile, zwischen denen er eingespannt ist, einander genähert. Die Krümmung der Gelenkflächen bestimmt Art und Richtung der Bewegung, die Zahl und Lage der an zwei Knochen angebrachten Muskeln bestimmt Schnelligkeit und Energie derselben.

Die Längenänderung einzelner Muskelfasern ergiebt einen kaum merklichen Effekt, erst in der Gesamtheit eines grossen Muskelbauches und durch kombinierte Arbeit vieler Muskelgruppen entfaltet sich die Kraft eines Last ziehenden Pferdes oder einer Tiere zermalmenden Riesenschlange. Die Energie der kontrahierenden Muskulatur ist so gross, dass ein Pferd nicht bloss den eigenen Körper, sondern das 2—3fache, ein Maikäfer das 14fache seines

Eigengewichtes bewegen kann. Ihre Kraft wächst mit der obliegenden Leistung. Häufige Arbeit stärkt und stählt sie für ausdauernde Thätigkeit.

Die glatten Muskeln (Fig. 33) sind kurze spindelförmig zugespitzte, etwas abgeplattete Fasern mit glatter Oberfläche von 0,045—0,225 mm Länge und 0,004—0,01 mm Durchmesser. Sie liegen zinkenförmig in einander gekeilt und innig verkittet als Schichten (manchmal als Bündel) paralleler Faserzüge, selten durchflechten sie sich. Nur grössere Lagen werden von Bindegewebe umhüllt. Dicke Schichten sind in der Wand aller schlauchförmigen Hohlorgane,

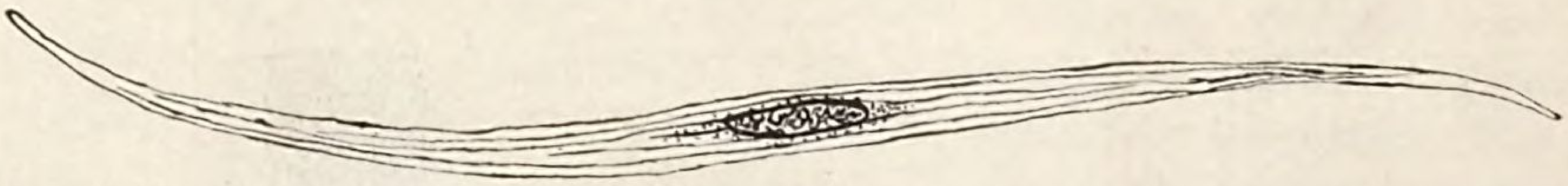


Fig. 33.
Glatte Muskelzellen aus der Wand des Froschdarmes. Nach Bergh (Vorlesungen über die Zelle).

z. B. des Darmkanales, der Blutgefässe u. s. w. angehäuft, auch dem Bindegewebsgestelle der Organe sind häufig glatte Muskelfasern eingebettet.

Die Bewegungen der glatten Muskelfasern erfolgen unwillkürlich ohne Wissen und Wollen des Tieres. Sie erstrecken sich immer über grössere Muskelkomplexe, indem Kontraktion und Erschlaffung angrenzender Muskelzonen regelmässig wechselt und wellenartig über ausgedehnte Muskelschichten hinläuft.

C. Gefässe.

Untrennbar von Bindegewebe erscheinen die Blutgefässe. Ihr Netz ist stets dem bindegewebigen Faserwerke eingefügt als ein Gezweige enger und weiter, dünn- und dickwandiger muskulöser Kanäle. Nur die Wand der engen Kapillaren ist muskelfrei; sie wird von einer dünnen cylindrisch gewölbten Membran — Endothelschichte gebildet. Jenseits des Kapillargebietes lagert sich derselben eine Bindegewebsschichte an (Endothel und Bindegewebe zusammen werden die Intima der Gefässe genannt), ferner eine mittlere Lage glatter Ringmuskelfasern — Tunica media und eine äussere Hülle längsstreichender bindegewebiger und elastischer Fasern — Tunica adventitia. Derbe Schichten der Media und Adventitia versteifen die elastischen, beim Durchschneiden nicht zusammenklappenden Arterien (Fig. 34, 36); eine dünne Media und eine dickere Adventitia charakterisieren die Venen (Fig. 35, 37), welche deshalb leicht zusammenfallen und das Blut durchscheinen lassen.

Der am kräftigsten entwickelte Abschnitt der Blutbahn ist das Herz. (Sein Gewicht beträgt 270—300 g bei Menschen zwischen 21—40 Jahren.) In seiner Wandung sind ausserordentlich dicke Muskellagen angehäuft, wie Stenson zuerst gezeigt hat, und befähigen es zu seiner unermüdlichen

Kraftäusserung. Im Gegensatz zu den Gefässmuskeln sind die kurzen Herzmuskelfasern nicht glatt, sondern quergestreift (Fig. 38). Sie bewegen sich jedoch unwillkürlich.

Die Gefässe sind während des Lebens prall mit ca. 4,5—5 kg Blut erfüllt, darin schwimmen, wie Malpighi 1665 zuerst sah, runde bikonkave,

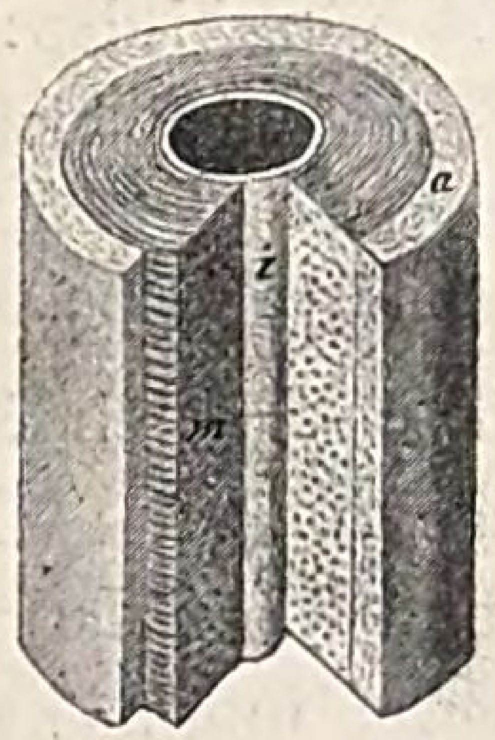


Fig. 34.
Stück einer grösseren Arterie.
a Adventitia, *m* Media, *i* Intima.

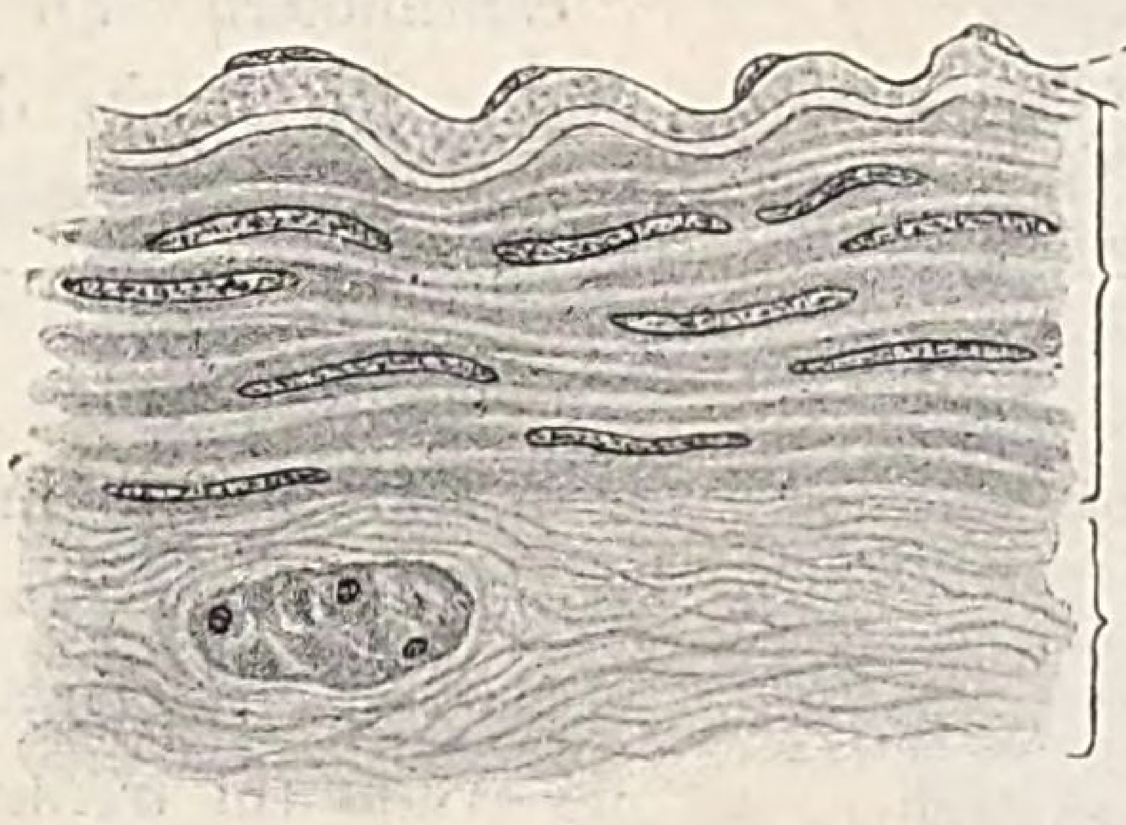


Fig. 36.
Querschnitt durch die Wand einer schwächeren Arterie ($^{640}/_1$). Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

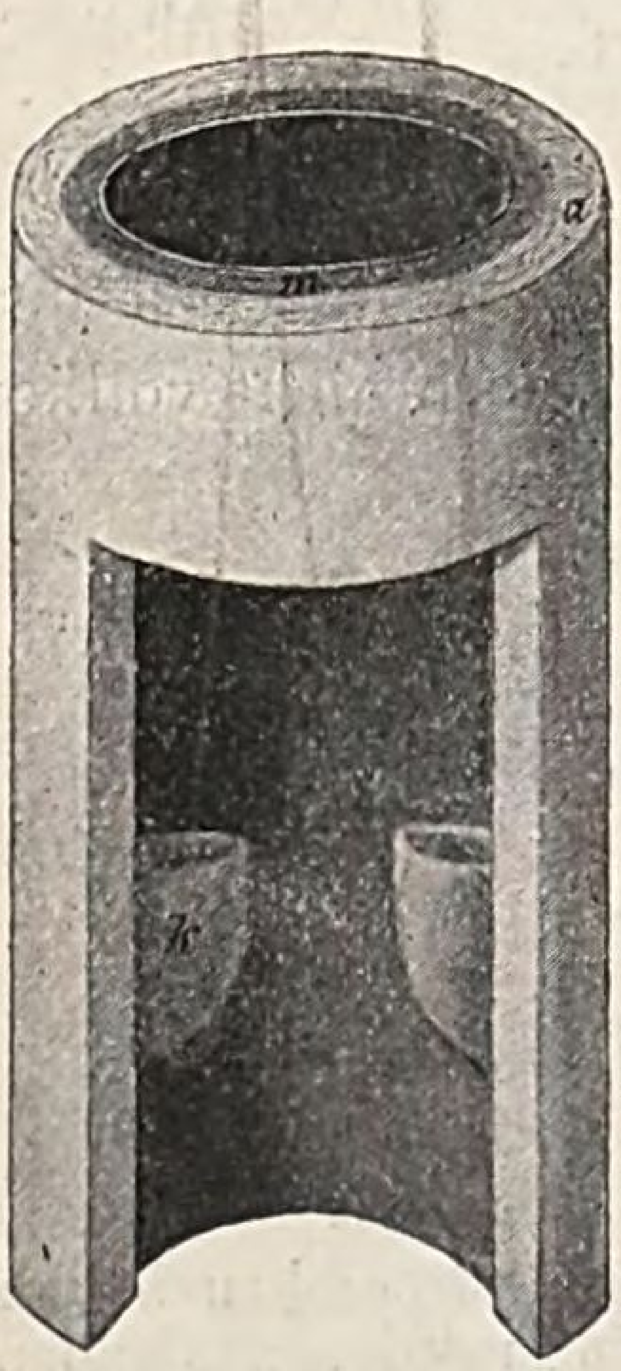


Fig. 35.
Stück einer Vene.
a Adventitia, *k* Venenklappen, *m* Media.

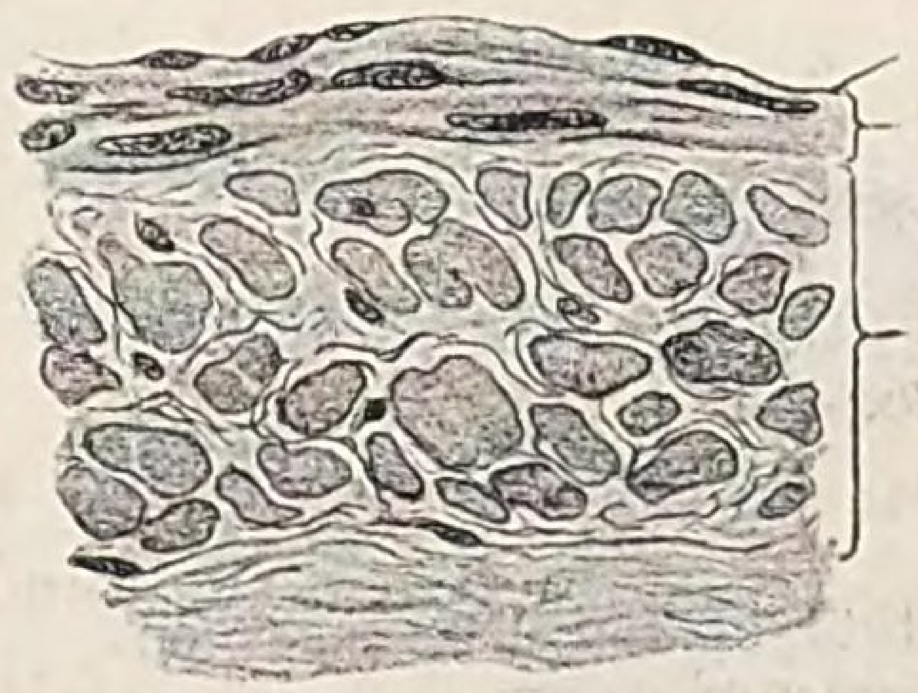


Fig. 37.
Querschnitt durch eine kleine menschliche Vene ($^{640}/_1$). Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

rötlich gelbe Scheiben — rote Blutkörperchen (Fig. 39) und unregelmässig geformte farblose Klümpchen — weisse Blutkörperchen, Leukocyten (Fig. 40). Der Durchmesser der roten Blutkörperchen des Menschen beträgt durchschnittlich 0,0077 mm, die Dicke 0,0016 mm, die weissen Blutkörperchen haben einen Durchmesser von 0,009—0,011 mm. Ihre Zahl ist erstaunlich gross: in einem Kubikmillimeter Blut schweben ca. 5 Millionen

rote und 6000 weisse Blutkörperchen. Also ist die Zahl der in der gesamten Blutmenge vorhandenen Blutkörperchen auf 22,5 Billionen roter und 27 Milliarden farbloser Körperchen anzuschlagen. Die Oberfläche der 5 Millionen roter Körperchen in einem Kubikmillimeter entspricht dem Inhalte von 6,40 Quadratcentimeter, die Oberfläche aller Körperchen in 4400 Kubikcentimetern wäre gleich 2816 Quadratmetern.

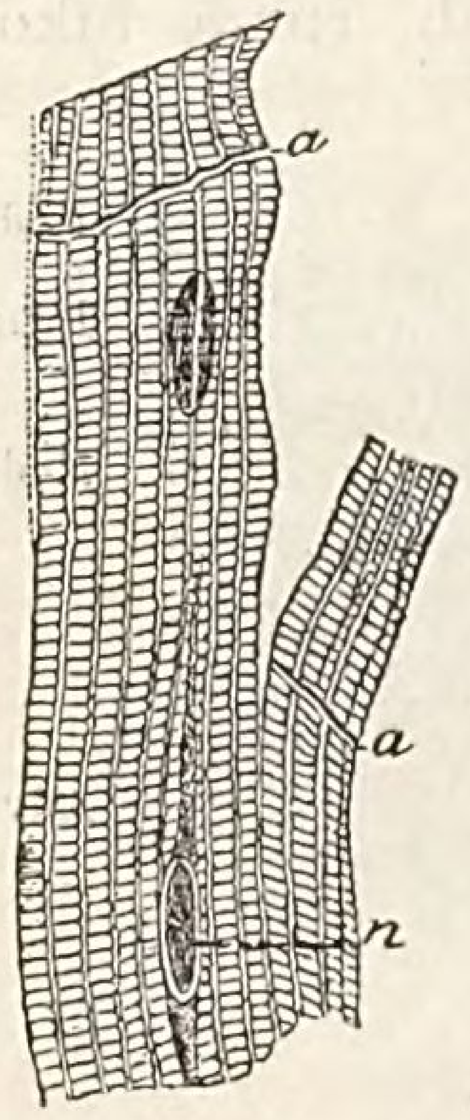


Fig. 38.
Muskelfasern eines Hundeherzens. Nach Ranvier.
a Grenzen der kurzen Fasern, *n* Kern derselben.

Die Farbe des Blutes ist verschieden: in den Arterien hellkirschrot, in den Venen blaurot bis schwarz. Die alkalische Blutflüssigkeit — Blutplasma gerinnt ausserhalb des lebenden Körpers in kurzer Zeit, indem sich ein Bestandteil derselben — Fibrinogen als faserige Masse — Faserstoff, Fibrin ausscheidet und vom Blutwasser — Serum trennt. Dabei setzen und mengen sich die Blutkörperchen mit dem geronnenen Fibrin zum sog. Blutkuchen. Erfolgt die Gerinnung langsam, so senken sich die Blutkörperchen zu Boden und es bildet sich oberhalb des Blutkuchens ein nur aus Fibrin bestehendes Fibrin- oder Speckgerinsel (Fig. 41).

Das Blutplasma flutet aus den Kapillaren und durchfeuchtet das umliegende Gewebe, weil die Wand der engen Blutkanäle noch nicht vollkommen

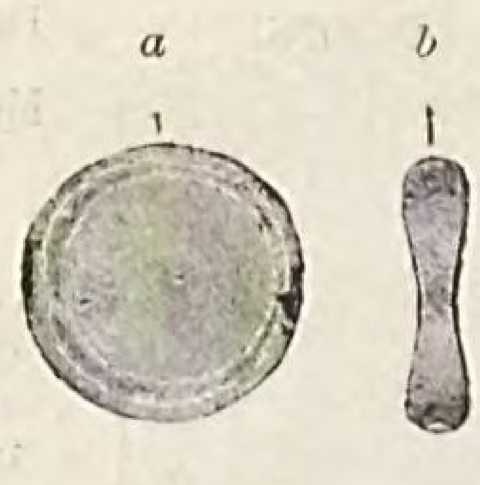


Fig. 39.
Ein rotes Blutkörperchen des Menschen 1500 mal vergr.
a von der Fläche, *b* von der Kante betrachtet.



Fig. 40.
Ein weisses Blutkörperchen in verschiedenen Kontraktionszuständen.
Nach Max Schultze (Arch. f. mikr. Anatomie Bd. I).

dicht ist. Denn alle tierischen Häute sind durchlässig für Flüssigkeiten, gelöste und gasförmige Stoffe. Dutrochet verfolgte 1828 die genaueren Umstände des Vorganges, indem er abgebundene Darmstücke mit Flüssigkeiten, welche dichter als Wasser sind, z. B. Eiweiss, Milch, Gummilösung füllte und in Wasser hing. Dann sah er, dass die künstlichen Würste sich allmählich aufblähten und turgescent wurden. Das gleiche Verhalten zeigten auch leer eingehängte Darmstücke. Die Untersuchung der eingeschlossenen und umgebenden Flüssigkeit lehrte, dass eine Mischung — Diffusion stattgefunden hatte und Flüssigkeits-

ströme gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen — endosmotisch und exosmotisch bewegt — diffundiert waren. Die Darmwand lässt also gleich einer porösen Scheidewand aus Thon oder Gips Flüssigkeiten passieren. Sogar tote und getrocknete tierische Häute besitzen noch osmotische Eigenschaften. Die dünne Endothelwand der Kapillaren begünstigt die Diffusion ganz besonders. Das beweisen einfache Versuche. Nach der Injektion einer Farblösung in die Gefässbahn durchfeuchtet und färbt die Flüssigkeit die anstehenden Bezirke der Organe. Der Blutstrom flutet nicht nur exosmotisch über sein geschlossenes Gefässbett in die anliegenden Teile, auch endosmotisch werden gelöste Stoffe aus den Organen in die Blutgefässe eingesaugt — resorbiert. Wenn ein heftiges Gift in die Haut injiziert wird, ist es binnen wenigen Sekunden in den Blutstrom gelangt und durch den Körper verbreitet.

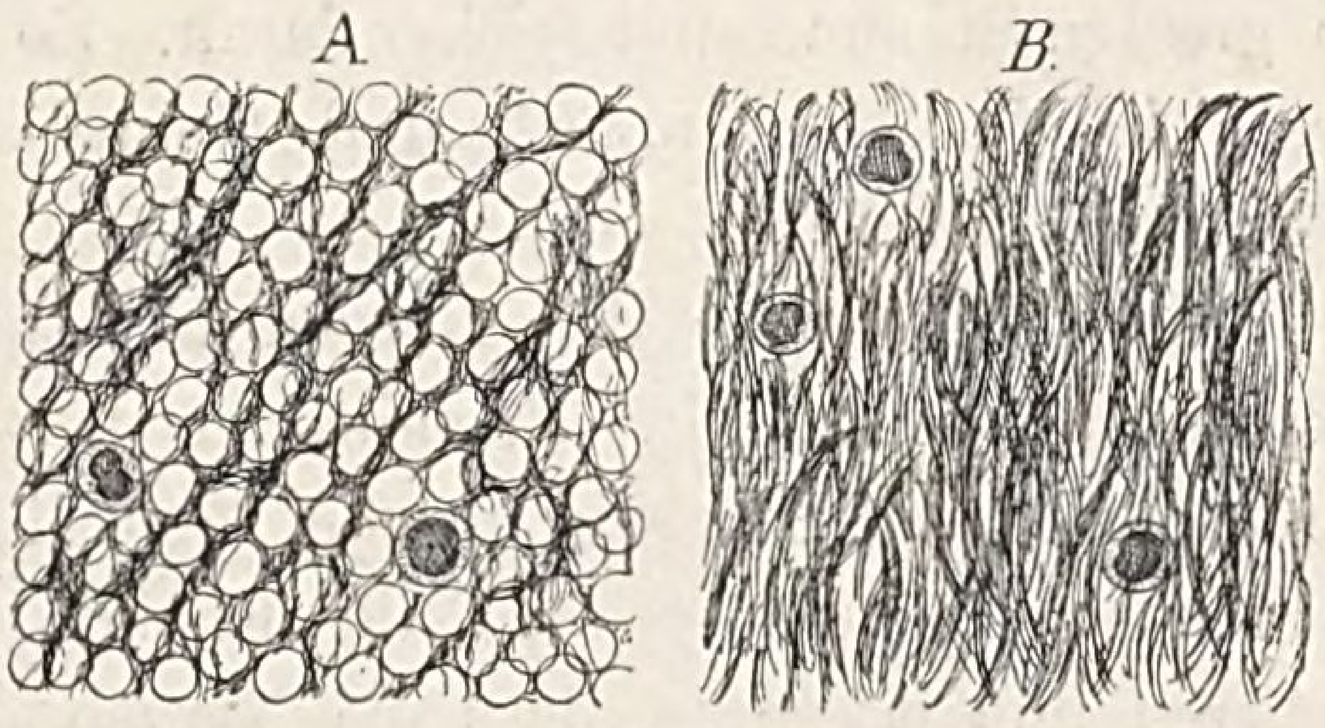


Fig. 41.
A Blutkuchen. B Speckgerinnsel.
Nach Schmaus (Pathologische Anatomie).

Aus den Geweben wird das diffundierte Blut abgeleitet und dem Blutstrome wieder zugeführt durch die Lymphgefässe, deren Gezweige dünnwandige enge Kapillarröhren und grössere Stämme bilden. Die Wand der letzteren ist gleich den Blutgefässen aus 3 Schichten zusammengefügt:

1. der Intima, Endothel und feine elastische Längsfasernetze;
2. der Media, d. h. Schichten von querverlaufenden glatten Muskelfasern;
3. der Adventitia, Schichten von Bindegewebsfasern, elastischen Fasern und glatten Muskeln.

Die meisten Lymphstämme besitzen Taschenklappen, die immer paarweise einander gegenüberstehen und viel dichter gedrängt sind als bei den Venen.

Die Netze der Lymphgefässe sind vielfach erweitert zu grösseren Räumen — Lymphsinus und in den Verlauf der Lymphgefässe sind Lymphknoten eingeschaltet, Stellen, wo sich die Lymphgefässe in ein viel verzweigtes Lückensystem mit zu- und abführenden Gefässen öffnen.

D. Nerven.

Aus dem Gehirne und Rückenmarke eilen cylindrische weisse Nervenstränge in alle Körperbezirke, auf ihrem Wege dem Bindegewebe ebenso enge vergesellschaftet wie die Blutgefässe. Ihre Ähnlichkeit mit den Gefässen verführte anfangs, *sie als Hohlröhren anzusprechen, welche den Organen*

irgend einen deren Thätigkeit anregenden Stoff (Nervenflüssigkeit) zuführen. Sie sollten gespannte Röhren sein und während ihrer Thätigkeit erzittern. Erst A. von Haller fand, dass die Nerven als solide Stränge im Körper ziehen. Durch Zerzupfen mit Nadeln kann man jeden derselben in feine Fasern — Nervenfasern spalten, die durch Bindegewebe zusammengehalten sind (Fig. 84). Die kleinen Nervenäste enthalten wenig Fasern, die grossen Stämme sind reicher daran. So laufen viele Tausende von Nervenfasern in das Rückenmark und Gehirn und weben dort mächtige Bündel oder Fasernetze.

Die Bedeutung der Nerven hat zuerst A. von Haller durch das Experiment festgestellt. Nachdem er den grossen Nervenstamm eines Tieres durchschnitten hatte, sah er die Muskeln, deren Zusammenhang mit dem Nervengezweige gelöst war, die Fähigkeit der Bewegung und Empfindung verlieren und erkannte, dass die Nerven die Organe für diese Eigenschaften sind. Trotz krampfhafter Bemühungen vermochten die Tiere nicht mehr, das Glied zu rühren, und empfanden weder die Berührung, noch Brennen oder andere Eingriffe. Bell, der in zahlreichen Versuchen viele Körpernerven durchschnitt, fand später, dass einmal Gefühllosigkeit, ein anderes Mal Bewegungslosigkeit eintrat. Deshalb stellte er 1811 das Gesetz auf: Derselbe Nerv vermittelt nicht gleichzeitig Gefühl und Anstoss zur Bewegung, es giebt vielmehr zwei verschieden wirksame Sorten von Nerven: Bewegungsnerven — motorische, und Empfindungsnerven — sensorische Bahnen. Motorische Nerven und die Muskeln gehören funktionell eng zusammen. Es giebt keine Muskelfaser, der nicht ein Nerv zugesellt wäre, und die Muskelfasern bewegen sich nur auf eine vom Nerven zugeleitete Erregung. Der motorische Nerv teilt aber dem Muskel die Bewegungsfähigkeit nicht mit, sondern regt nur die Kontraktion an. Denn wenn man den am Muskel hängenden Stumpf des Nerven zerrt, mit glühendem Metall, einer Säure oder Eis betupft, oder elektrischen Strom zuleitet, zuckt der Muskel, wird also durch den Reiz des Nerven zur Kontraktion gebracht. Die Erregbarkeit des Muskels ist von schwankender Stärke, und das Kontraktions- und Erschlaffungsspiel wiederholt sich nicht unablässig. Nach oft wiederholter Kontraktion mindert sich die Leistungsfähigkeit der Muskeln und Nerven. Beide ermüden und vermögen erst nach einer Ruhepause ihre volle Wirksamkeit zu entfalten.

Nicht bloss die quergestreiften, auch die glatten Muskeln empfangen durch die Nerven den Antrieb zur Bewegung, deshalb ziehen überall dort, wo glatte Muskelschichten vorkommen, Nervenfasern, besonders in die Wand der Blutgefässe und regulieren deren Spannung — vasomotorische Nerven, indem ihr Einfluss das Rohrkaliber erweitert oder verengt.

E. Drüsen.

Alle Bezirke des Tierkörpers sind von Flüssigkeit durchtränkt und geben dieselbe beim Drücken oder Trocknen von sich. Aus vielen träufeln

auch regelmässig grosse Flüssigkeitsmengen ab, auf die Oberfläche des Körpers oder in Höhlen seiner Organe. Solche Bezirke hat man Drüsen genannt. Drüsen sind grössere oder kleinere, mehr oder weniger kompakte Körper, die sehr reich an Blutgefässen sind. Letztere treten entweder an einem Punkt oder an verschiedenen Stellen ins Innere und teilen sich dann mit reichlicher Verästelung durch den ganzen Drüsenkörper. Recht spät hat man entdeckt, dass die Drüsen zur Ableitung der Drüsenflüssigkeit — Secret Ausführgänge besitzen, welche im Drüsenkörper ein stark verzweigtes Gangnetz bilden.

Grössere Drüsen des menschlichen Körpers sind die drei in die Mundhöhle mündenden Paare der Speicheldrüsen: Ohrspeicheldrüse, Unterzungendrüse und Unterkieferdrüse (sie entleeren während 24 Stunden $^1/_2$—2 kg Speichel, eine schwach getrübte alkalische fadenziehende Flüssigkeit, ferner die Leber, die in 24 Stunden ungefähr 500 g Galle abscheidet und die Bauchspeicheldrüse — Pankreas, welche den klaren zähen alkalischen Bauchspeichel bildet, die beiden Nieren, die in 24 Stunden 1500—1700 Kubikcentimeter Harn abscheiden. Auf dem Augapfel liegt die Thränendrüse, welche das klare farblose, salzig schmeckende Thränenwasser abscheidet. In der Haut finden sich zahllose Schweissdrüsen, die in 24 Stunden 700—900 g, sogar 1500—2000 g Schweiss absondern, und an der Brust der Frauen die Milchdrüsen, die während 24 Stunden 1350 g Milch entleeren können.

Die Thätigkeit der Drüsen ist anhaltend oder von Ruhepausen unterbrochen und die Menge ihres Sekretes schwankt periodisch. Beides hängt von äusseren Einflüssen ab: An heissen Tagen quellen grosse Schweisstropfen aus der Haut; während einer Mahlzeit verfügen wir über reiche Speichelmengen; nach einem Trinkgelage steigt Drang und Masse des Harnes.

Frühzeitig bildete sich die Ansicht, wenn aus den Ausführgängen der Drüsen so reichliche Flüssigkeitsmengen abträufeln, so müssen sie dem Blute der Drüsengefässe entstammen und, wie man sagte, durch die Wand der Blutgefässe „geschwitzt“ sein.

Der Wert der Absonderung war schwerer zu ergründen. Anfangs betonte man die Thatsache, dass die Sekrete aus dem Körper abfliessen, ebenso wie die unverdaulichen Speisereste als Kot ausgeworfen werden, und dass ihr gehemmter Abfluss unbehagliche Störungen des Wohlbefindens erzeugt. Deshalb wurden sie als Auswurfstoffe — Exkrete betrachtet, die aus dem Blute und dem Körper entfernt werden müssen. Die am Aussehen, Geschmacke, Geruche, an der Konsistenz etc. bemerkbaren Unterschiede der Sekrete deuteten darauf hin, dass jede Drüse bestimmte Stoffe entfernt. So entstand die Vorstellung, dass *die Stoffe, welche die Eigenart der Sekrete ausmachen, im Blute vorhanden sind und die Drüsen, gewissermassen Reinigungsstationen, „Ausputzer“ des Kreislaufes, den Unrat ausmerzen.*

Mit den Fortschritten der Injektionstechnik, welche die Drüsen von ihren Ausführgängen mit erstarrenden Massen füllen lehrte, und dem häufigeren Gebrauche des Mikroskopes ward festgestellt (Malpighi), dass alle Drüsensekrete in kleinen engen Hohlsäcken — Drüsenschläuchen gebildet werden, welche in ungeheuer grosser Zahl dem bindegewebigen Wabengerüste der Drüsen eingelagert sind.

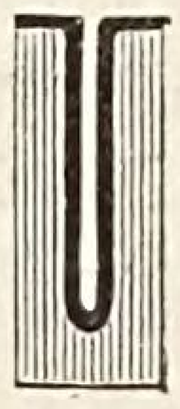


Fig. 42.
Tubulöser Drüsenschlauch.



Fig. 43.
Alveolärer Drüsenschlauch.

Die Formen aller secernierenden Schläuche lassen sich auf zwei einfache Grundtypen beziehen:

A. Tubulöse Drüsen, Drüsenröhren, lange cylindrische blind endende Schläuche (Fig. 42).

B. Alveoläre Drüsen, Drüsenbälge: kurze bauchige Säcke (Fig. 43).

Die Drüsenschläuche findet man hier kurz und dicht geschart in reihen- oder gruppenförmiger Anordnung, dort stark ausgewachsen und stark gewunden oder knäuelförmig zusammengeballt. Noch bedeutender wird der sackförmige Grundtypus verändert, wenn die Einzeldrüsen gabelförmig viele Blindzweige treiben und dadurch zusammengesetzte Drüsen von der Gestalt eines hohlen Strauchwerkes entstehen lassen (Fig. 44, 45). Da das dünne,

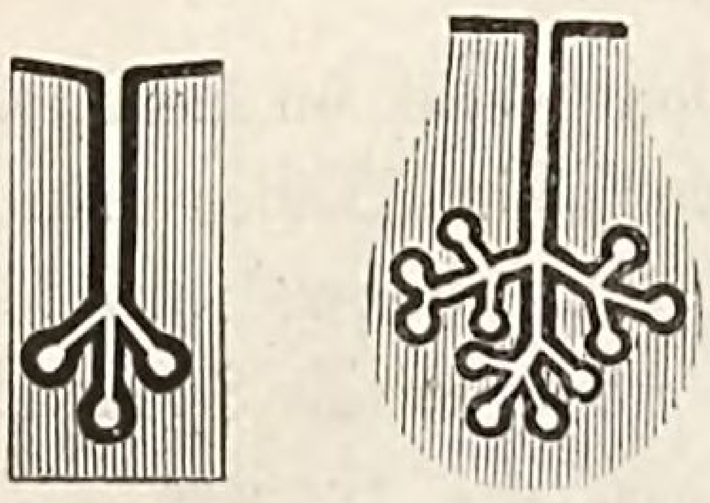


Fig. 44.
Verästelte tubulöse Drüsen.



Fig. 45.
Die Höhlung einer zusammengesetzten Drüse (Zungendrüse des Kaninchens). 215 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

alle Drüsensäcke umspinnende Bindegewebe die blinden Seitensprossen der verästelten Drüsen in feine und derbere Läppchen nestelt, erhält der ganze Komplex ein traubiges Aussehen. Zugleich mit dem Bindegerüste umstricken zarte Gefäss- und Nervennetze die Drüsenäste.

Die Wand der Drüsenschläuche besitzt das Vermögen, unter dem Einflusse des Nervensystems flüssige Stoffe aus dem Blute abzuscheiden. Dieses Sekret sammelt sich in der Drüsenhöhle und wird nach aussen entleert. Beim Durchströmen des Kapillarnetzes der Drüsenmassen wird die Zusammensetzung des Blutes geändert: einzelne Bestandteile werden aus ihm entfernt, andere chemisch verwandelt. Die Alten dachten zu einseitig, als sie behaupteten, dass die Drüsen schädliche, bereits im Blute vorhandene Stoffe ausscheiden,

denn es finden zwei Vorgänge statt: entweder diffundieren in das Drüsengewebe Stoffe, welche bereits im Blute vorhanden waren, oder die aus den Kapillaren in die Drüsenwand diffundierte Flüssigkeit wird darin verwandelt und fliesst verändert in die Drüsenhöhle ab.

Da die Menge des Sekretes auch von der Grösse der absondernden Oberfläche abhängt, ist die Verlängerung und Verzweigung der Drüsenschläuche als eine im kleinsten Raume ausgeführte ungeheure Entfaltung der secernierenden Wände zu beurteilen. Alle Zweigkanäle und die mannigfach gestalteten Seitentaschen schliessen sich zu einer riesigen secernierenden Fläche zusammen, welche (oft vielfach den Flächeninhalt des ganzen Körpers übertreffend) binnen kurzer Frist beträchtliche Sekretmengen abzuscheiden vermag. Nicht immer übt die ganze Innenfläche der Drüsen sekretorische Funktion; oft scheiden nur die erweiterten Endstücke das Sekret ab und andere Abschnitte dienen als Ausführgänge.

Um zu zeigen, in welcher Weise die eben besprochenen Strukturelemente in verschiedenen Regionen des Körpers gemischt sind, wollen wir einige wichtige Organe des Menschen betrachten.

I. Niere.

Die beiden N i e r e n (ihr Gewicht beträgt 277 g bei einem 63,14 kg schweren Mann) scheiden unermüdlich aus dem Blute den Harn ab, eine

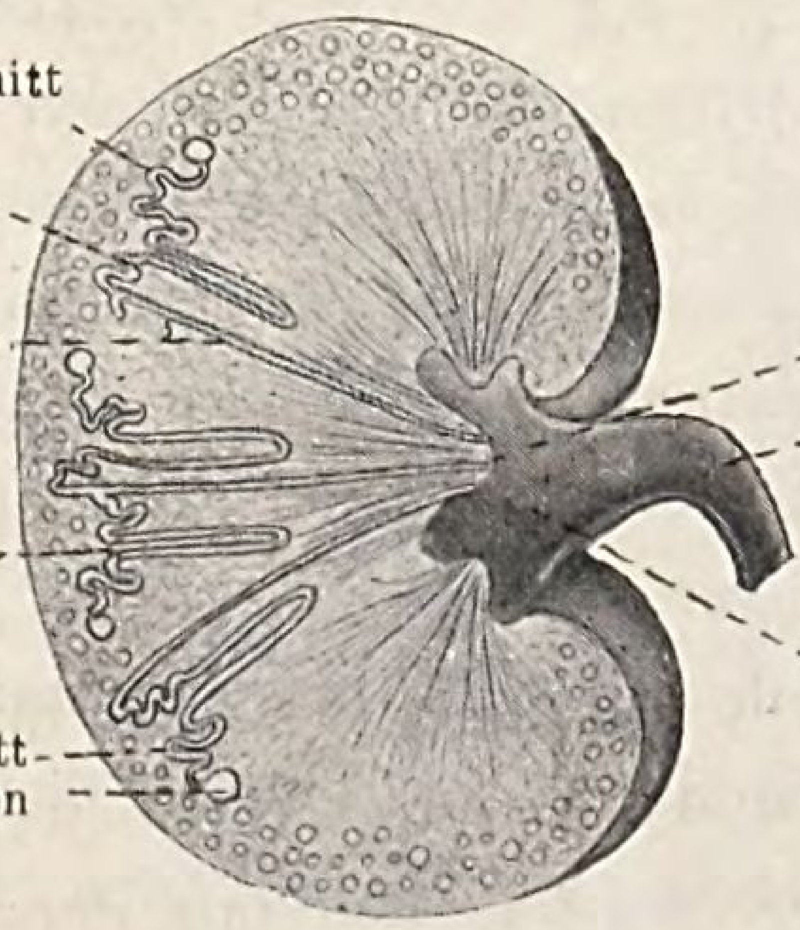


Fig. 46.
Schematischer Längsschnitt der Niere.

klare gelbliche schwach saure Flüssigkeit von salzig bitterem Geschmacke (ungefähr 1590—1700 ccm während 24 Stunden) durch die Thätigkeit von zahllosen tubulösen, engen und sehr langen Drüsenschläuchen — H a r n k a n ä l c h e n (Fig. 46), welche in dem kleinen Organe dicht geschart und sehr stark gewunden verlaufen. Die Büschel der Harnkanälchen sind durch ein lockeres Faserwerk unter einander zu einem soliden, isolierbaren, bohnenförmigen

Körper verbunden und in ihrer Gesamtheit durch eine periphere derbe und feste Bindegewebszone — Tunica albuginea gehalten. Die Biegungen der Harnkanälchen zeigen folgenden einfachen Typus. Sie sind alle so geknickt, dass sie eine lange U-förmige Schleife — Henlesche Schleife bilden; an beiden Enden derselben schliessen stark gewundene Abschnitte — Tubuli contorti an, der eine gegen das Blindende, der andere zur Mündung führend. Das Blindende jedes Harnkanälchens ist blasig erweitert und napfförmig eingebuchtet — Bowmannsche Kapsel (1842) und umfasst den Knäuel — Glomerulus eines arteriellen Gefässes, welcher das Wasser aus dem Blute abscheidet. (Vom ersten Beobachter, Malpighi, wurden Knäuel und Kapsel nicht als getrennte Teile erkannt und einfach als Nierenkörperchen — Malpighisches Körperchen bezeichnet.) Der an das Malpighische Körperchen stossende gewundene Abschnitt sondert die gelösten Harnbestandteile ab. Diese fliessen durch die Henlesche Schleife in den anderen geschlängelten Abschnitt — Schaltstück, das in ein grösseres Sammelrohr übergeht, welches viele Harnkanälchen aufnimmt. Die einzelnen Abschnitte liegen in bestimmten Zonen der Niere: Malpighische Körperchen und die gewundenen Bezirke nahe der Oberfläche in der deshalb körnig erscheinenden Rindenzone; die Henleschen Schleifen und die Sammelröhren im Innern — Markzone. Letztere besitzt ein streifiges Aussehen, weil die Sammelröhren in ca. zehn Büscheln — Pyramiden zusammengestellt sind. Sie münden auf der Spitze der Pyramiden in einen weiteren Raum — Nierenbecken, von welchem der grosse Ausführungsgang — Harnleiter ausgeht.

Die Blutgefässe treten am medialen Nierenrande — Hilus ein, senden Äste zwischen den Markpyramiden zur inneren Rindengrenze, dort biegen sie als parallel der Oberfläche streichende Bahnen — Arteriae et Venae arcuatae um und geben senkrechte Zweige an Rinde und Mark ab. Besonders reich sind die Zweige in der Rinde entfaltet — Arteriae, Venae interlobulares. Die Seitenzweige der Arteriae interlobulares lösen sich in kleine arterielle Kapillarnetze — Knäuel der Malpighischen Körperchen auf, welche von der Bowmannschen Kapsel umfasst werden. Die aus diesen ausführenden arteriellen Zweige lösen sich in das allgemeine Kapillarnetz der Rinde auf, dessen Inhalt in die Nierenvenen abströmt. Gegen das Mark entsenden Arteriae und Venae arcuatae gerade Zweige — Arteriae, Venae rectae, zwischen denen ebenfalls ein sehr reiches, die Harn- und Sammelkanälchen umspinnendes Kapillarnetz eingeschaltet ist.

II. Leber.

Die Leber ist eine überaus reich verzweigte tubulöse Drüse, welche im Labyrinthe ihrer secernierenden Höhlung die Galle, eine schleimige, neutrale, intensiv bittere, grünlich, gelblich oder braun gefärbte Flüssigkeit

(circa 450—600 g in 24 Stunden) hauptsächlich aus venösem von der Pfortader zugeführten Blute abscheidet und durch den Gallengang in den Darm

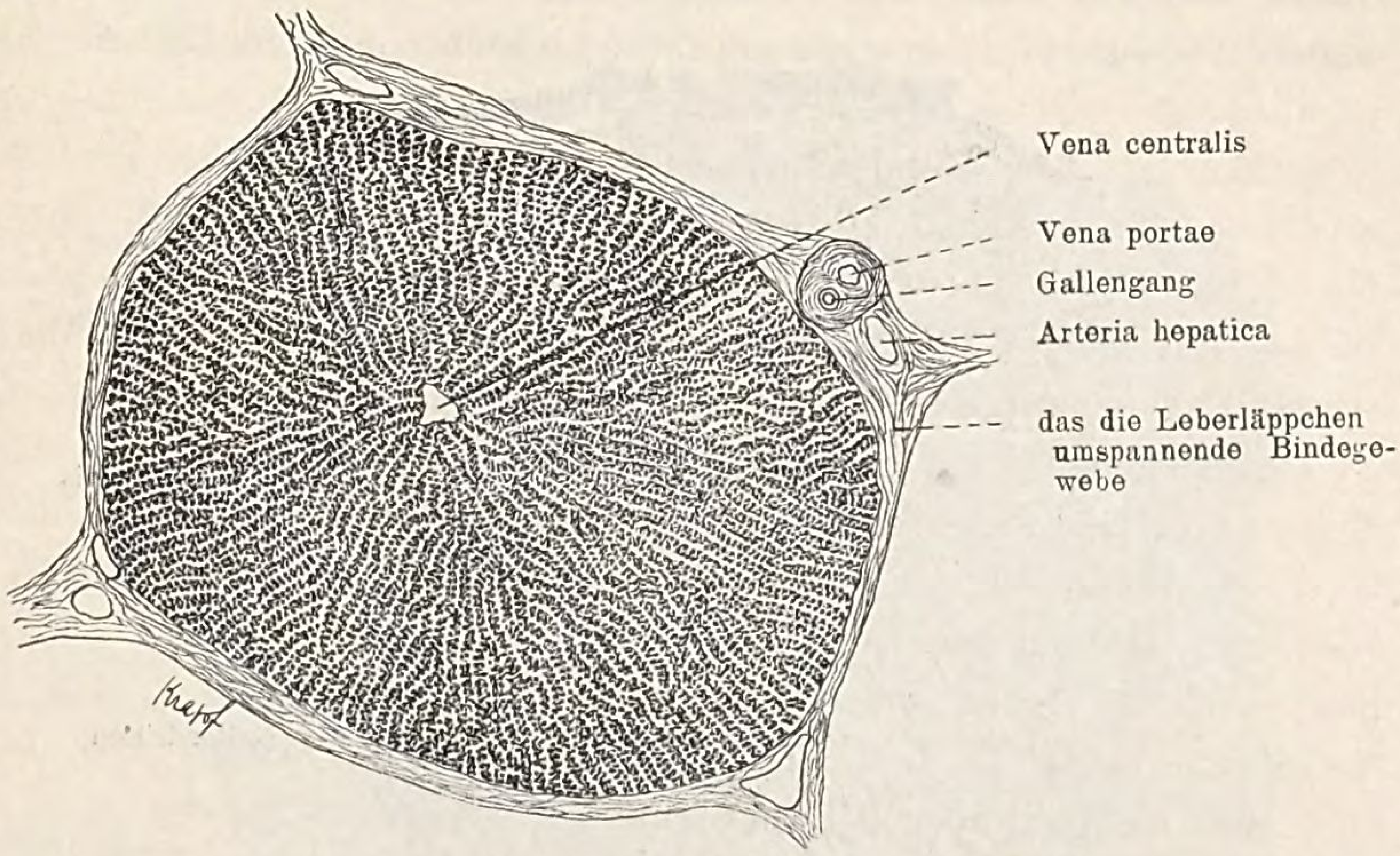


Fig. 47.
Querschnitt durch ein Leberläppchen des Schweines, die zahlreichen Gallendrüsen zeigend. 70 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

fliessen lässt. Das voluminöse Organ (ihr Gewicht beträgt 1579 g bei einem Manne von 63,14 kg Körperschwere) wird von einem bindegewebigen Gerüste — Kapsula Glissonii (Glisson, 1654) gestützt, welches in kleine polyedrische, fest zusammenhängende Bezirke — Leberläppchen zerfällt (Fig. 47). Darinnen liegen die verzweigten tubulösen Gallendrüsen, besonders charakterisiert durch ihre Neigung, Anastomosen zu bilden und die Drüsenschläuche jedes Läppchens (oft auch benachbarter Läppchen) in ein Labyrinth kommunizierender Hohlgänge — sog. Gallenkapillaren zu verwandeln (Fig. 48). Das Gezweige der Gallengänge jedes Läppchens wird von einem in der Glissonschen Kapsel liegenden

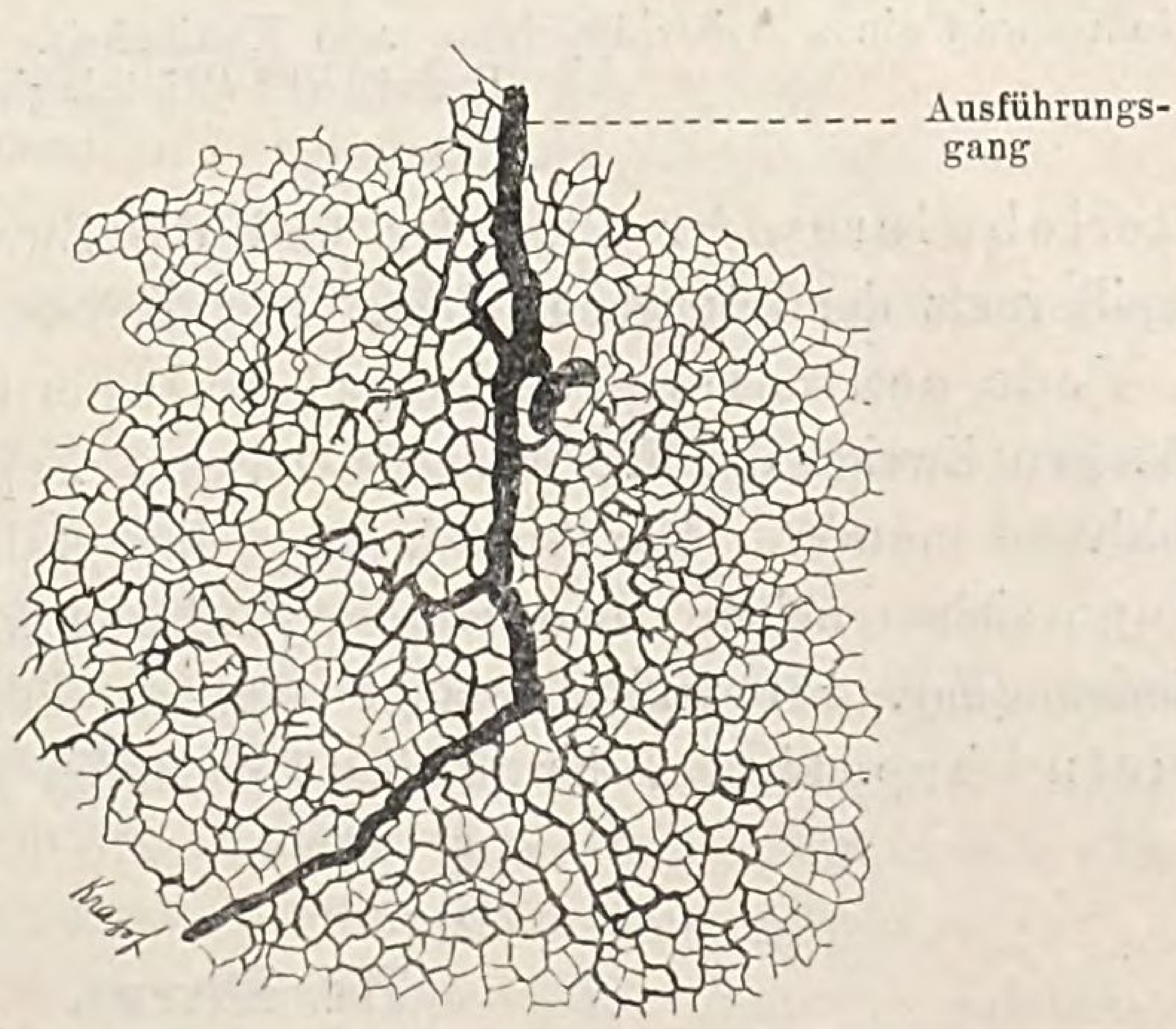


Fig. 48.
Abschnitt des anastomisierenden Zweignetzes einer Gallendrüse in der menschlichen Leber. 120 mal vergr Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

Kapillarnetze (Fig. 49) umspannt, das teils von der Pfortader, teils von der Leberarterie gespeist wird. Die Äste der beiden Gefässe (Fig. 47) verlaufen zwischen den Läppchen und entsenden ihre Sprossen: die Venae

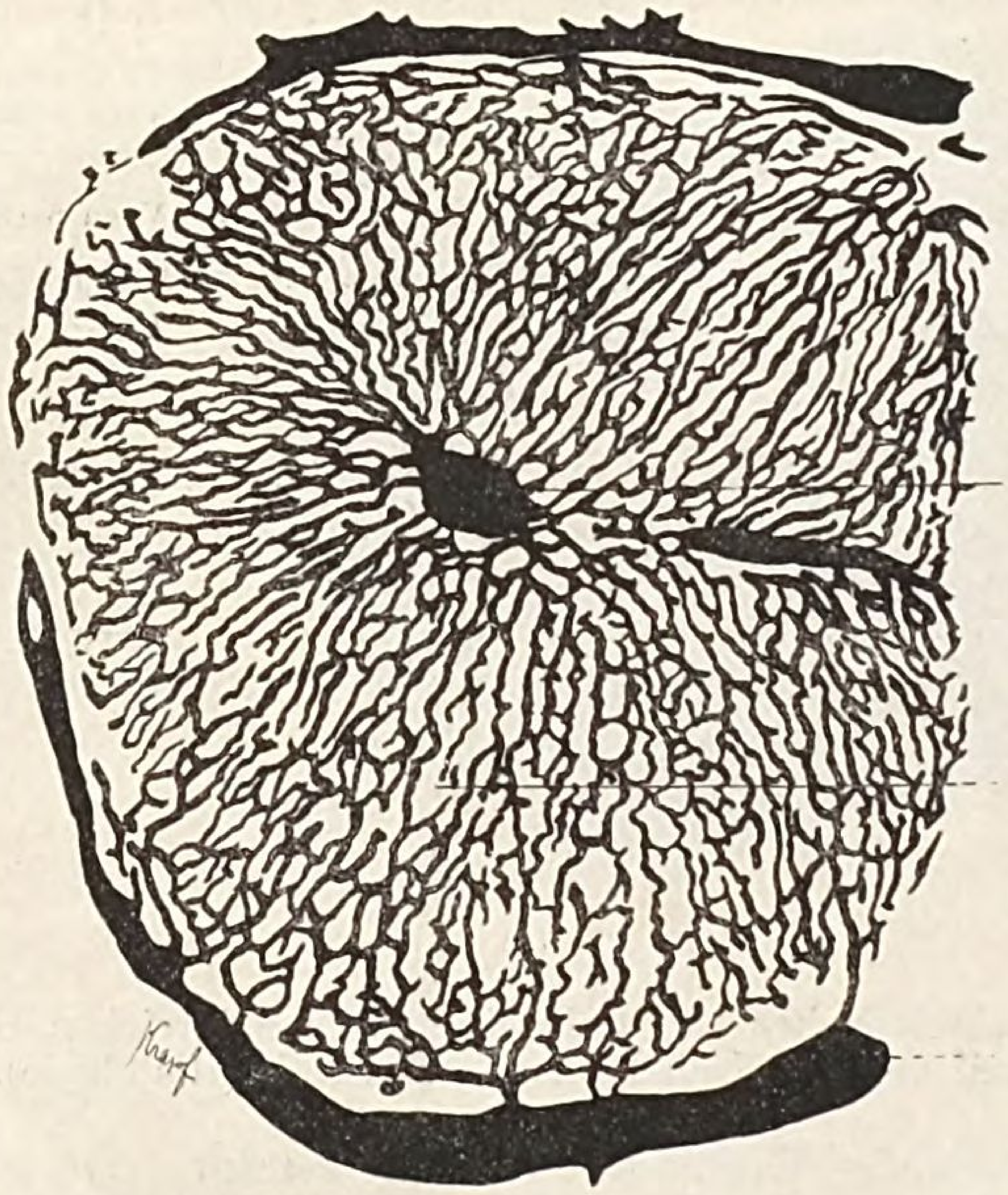


Fig. 49.
Gefässnetz eines Leberläppchens vom Kaninchen. 100 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

interlobulares der Pfortader und die Zweige der Leberarterie in das Kapillarnetz der Läppchen selbst. In der Achse derselben sammelt eine Vene — Vena centralis sive intralobularis das Blut und leitet es in die grösseren Zweige der Lebervene — Vena hepatica, welche in die untere Hohlvene mündet. Die Ausführgänge des Gallenkapillarnetzes — Gallengänge ziehen neben den grösseren Gefässen in den bindegewebigen Scheidewänden (Fig. 47) und sammeln sich in einem grossen Ausführgang — Ductus hepaticus, der in das Duodenum mündet.

III. Darm.

Die Wand des kontraktilen Darmschlauches, welche fast ununterbrochen in Bewegung ist, weil Kontraktionswellen — peristaltische Bewegungen über sie hingleiten und den Darminhalt gegen den After schieben (energischer während der Verdauung, träger während der Zwischenpausen), wird von mehreren konzentrisch gewölbten Schichten gebildet. Es gelingt leicht, sie in zwei dem blossen Auge sichtbare Lagen zu spalten: eine äussere

Hülle von glatten Muskeln (Fig. 50, *r*, *l*, *f*), welche eben jene Bewegungen verursacht und eine innere Schleimhaut (*s*). Letztere ist an der Muskelschicht verschiebbar befestigt, wie die äussere Körperhaut an den unterliegenden Skeletmuskeln und kann sich deshalb bei Kontraktion der Muskelwand in Falten legen und das Darmlumen verengen. Die genauere mikroskopische Betrach-

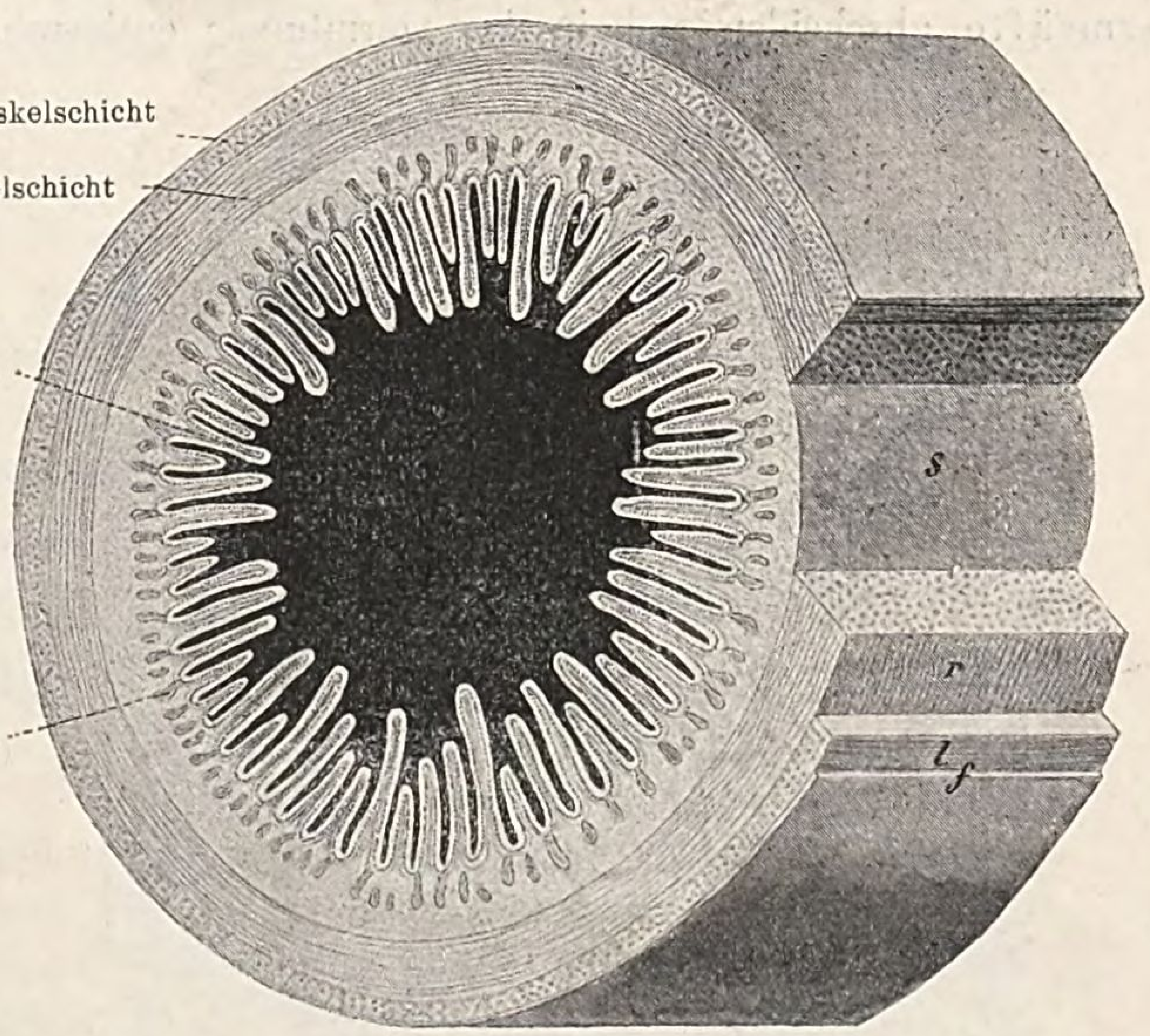


Fig. 50.
Schematische Darstellung des Darmrohres (Dünndarm).
f seröse Hülle, *l* Längsmuskelschichte, *r* Ringmuskelschichte, *s* Schleimhaut.

tung lehrt jedoch noch mehr Lagen unterscheiden. Von innen nach aussen folgen:

a) Eine zarte, die Darmlichtung begrenzende Schichte — Darm- oder Entodermepithel (Fig. 53).

b) Eine mächtige Zone von Bindegewebe;

c) Eine dicke Schichte glatter Muskelfasern, welche das Bindegewebe umgürten — Ringmuskelschichte (Fig. 50, *r*).

d) Eine dünne Schichte glatter Muskelfasern, welche der Achse des Darmes parallel ziehen — Längsmuskelschichte (Fig. 50, *l*).

e) Eine dünne Bindegewebslage — seröse Hülle, Tunica serosa, welche die Längsmuskeln deckend als dünne Membran — Mesenterium vom Darme wegzieht und sich in die Auskleidung der Leibeshöhle fortsetzt. Ihre freie Oberfläche ist glatt und schlüpfrig (Fig. 50 *f*).

Es sind also hauptsächlich Bindegewebszüge und glatte Muskelschichten zum Aufbaue der Darmwand verwendet, um die Volumveränderung des verdauenden Kanales zu ermöglichen. Sie stützen zahlreiche Maschennetze von

Blut- und Lymphgefässen, welche die resorbierten Stoffe des Speisebreies in den allgemeinen Körperkreislauf führen, ferner reichliche Nervengeflechte zur Regulierung der Darmthätigkeit.

Weitaus an dem grössten Teile der Darmbinnenfläche treibt das Entodermepithel in die netzartig geflochtenen Züge der unterliegenden Bindegewebszone Drüsenschläuche, welche die verdauenden Sekrete — Magen- und Darmsäfte abscheiden und in das Darmlumen entleeren. Die beiden auf

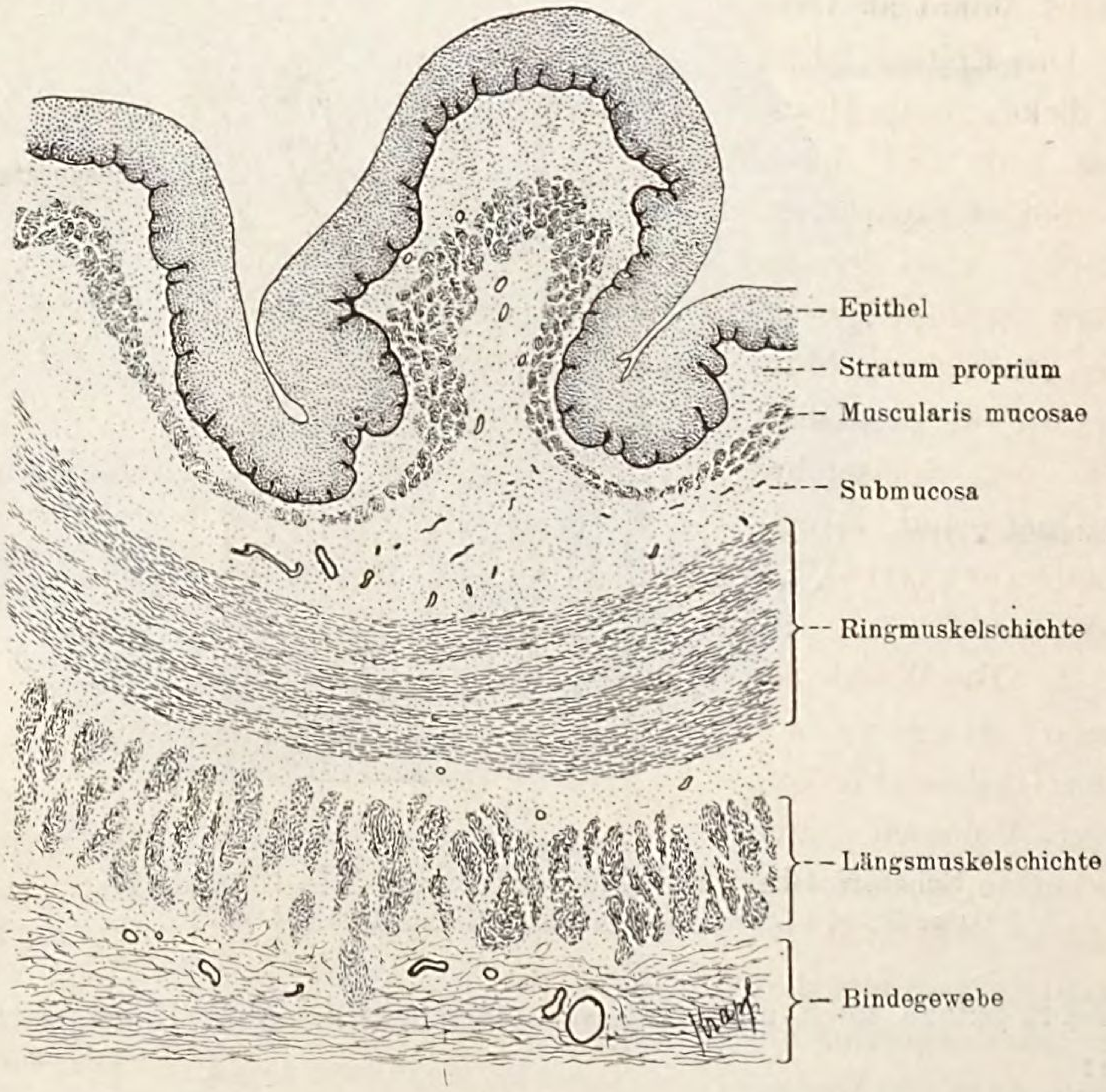


Fig. 51.
Querschnitt durch die Speiseröhre eines Hundes. 18 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

solche Weise fest verzapften Schichten werden als Schleimhaut — Mucosa bezeichnet. Die Drüsen dringen jedoch niemals bis an das äussere Niveau des Bindegewebes, so dass an letzterem zwei Zonen unterscheidbar sind: eine innere Zone engnetzigen Bindegewebes — Stratum proprium um die Drüsenschläuche und eine äussere an die Ringsmuskeln anstossende, weitmaschig lockere Hülle — Submucosa, welche die Verschiebungen der Schleimhaut an der Muskelwand gestattet. Die Grenze beider Zonen wird durch eine dünne Schicht glatter Muskelfasern — Muscularis mucosae angedeutet (Fig. 51).

Die grossen Blut- und Lymphgefässe dringen durch das Mesenterium in die Darmwand ein, durchsetzen die Muskelschichten, lösen sich in weit-

maschige Netze der Submucosa auf und entsenden feine Zweige in das kapillare Maschennetz an der Innenfläche der Schleimhaut. Der lange Darmschlauch ist in verschiedene Regionen gegliedert, welche besondere Rollen bei der Verdauung spielen. Deshalb ändert sich das Aussehen und die Struktur seiner Schleimhaut und lässt vier Abschnitte unterscheiden.

1. In der Speiseröhre — Ösophagus (Fig. 51), welche die in der Mundhöhle gekauten Bissen hinabgleiten, um in den Magen zu gelangen, herrscht Armut an Drüsen. Das Epithel bildet eine dicke glatte Horntapete und wird durch das Sekret spärlicher, Schleim absondernder Drüsen schlüpfrig erhalten. Statt glatter Muskeln tritt in der Oberhälfte der Speiseröhre ein Quer- und Längsmantel quergestreifter Muskeln auf.

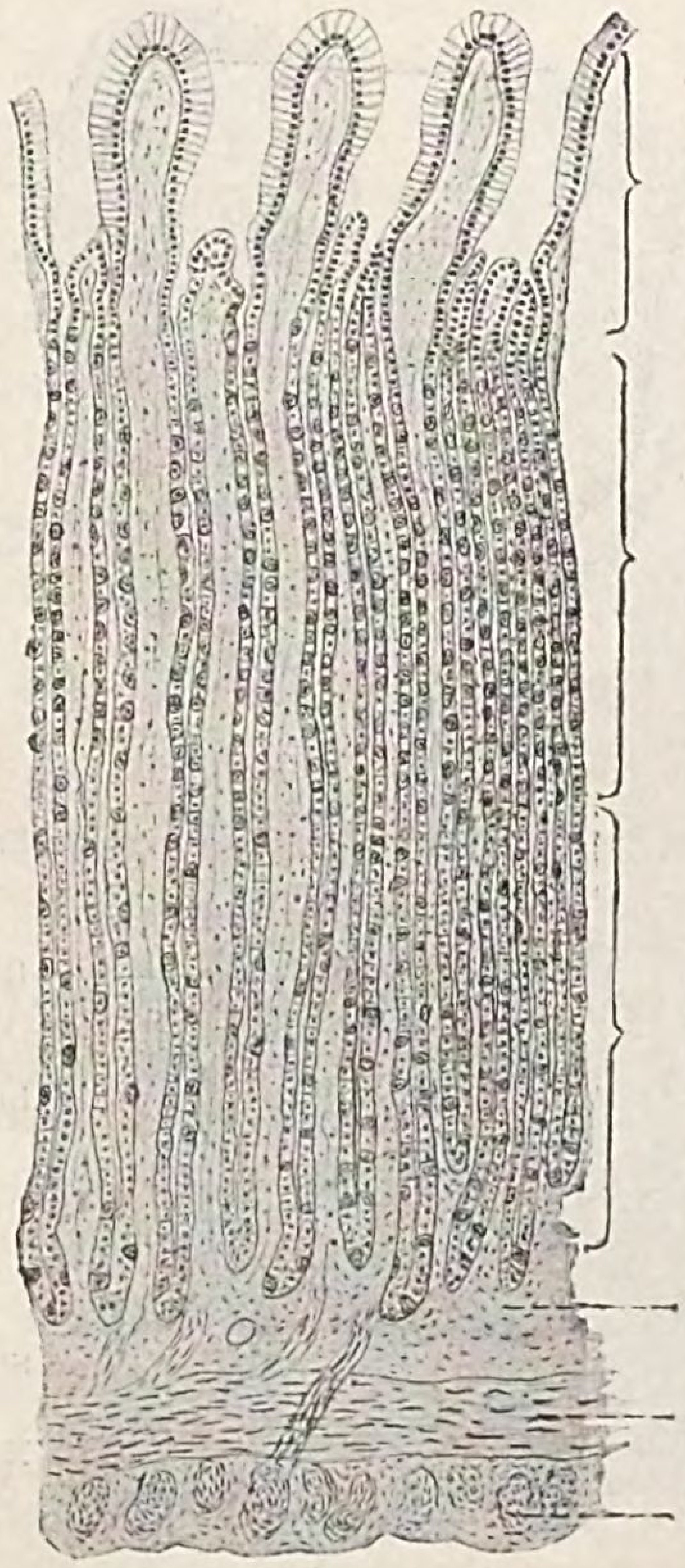


Fig. 52.
Schnitt durch die menschliche Magenschleimhaut. 60 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

2. Die Wand des grossen Magens — Ventriculus (Fig. 52), dessen Volumen circa 1700 cbcm, dessen Binnenfläche 3000 qcm beträgt, ist 2—3 mm dick und beherbergt eine ungeheure Zahl von Magendrüsen, um die zur Lösung der Speisebissen nötige Flüssigkeit, den farblos klaren, sauren Magensaft abzuscheiden (580 g in einer Stunde, ungefähr 6 kg in 24 Stunden): Lange gerade, dicht gescharte Labdrüsen — Pepsindrüsen secernieren das Lab — Pepsin. Sie stehen so dicht, dass die bindegewebige Tunica propria nur ganz schmale Scheidewände zwischen sie einschiebt. In der Pylorusregion stehen die Drüsenschläuche — Pylorusdrüsen etwas weiter. Das submuköse Gewebe ist reichlich entwickelt.

3. Die Schleimhaut des Dünndarmes — Intestinum tenue (Fig. 53) birgt ebenfalls viele tubulöse Drüsenschläuche — Lieberkühnsche Krypten

(Lieberkühn 1745), welche den Darmsaft abscheiden. Die Oberfläche der Schleimhaut treibt zahlreiche konische Zapfen — Zotten in das Lumen. Die Zotten sind ungefähr 0,4—0,6 mm lang, 0,06—0,12 mm breit. Ihr bindegewebiger Kern stützt engmaschige Kapillar- und Lymphgefässnetze. Die Zotten zerteilen den Strom des Speisebreies in viele an die Darmwand spülende Bäche und vermitteln seine innige Vermengung mit den Darmsäften, sie verlangsamen gleichzeitig die Schnelligkeit seines Laufes und wirken vermöge

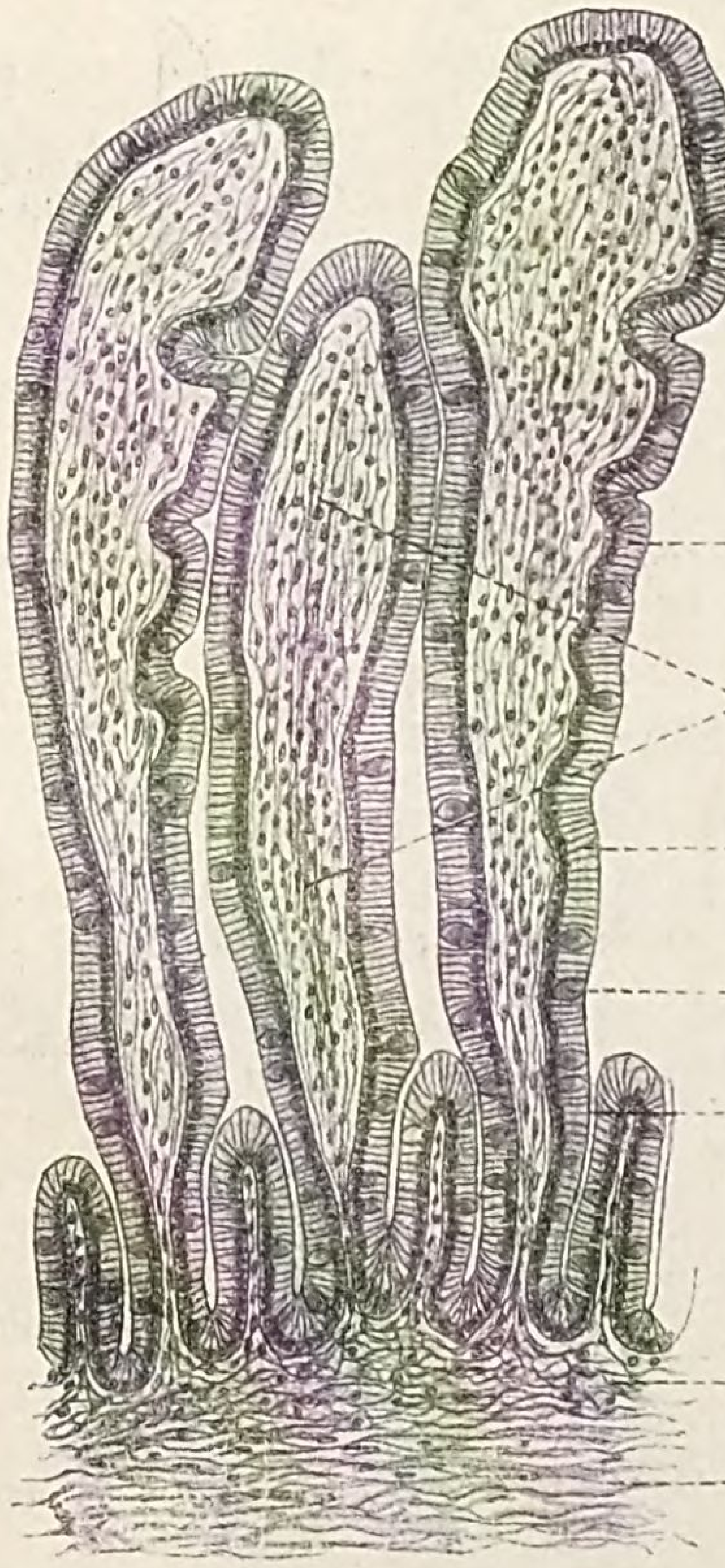


Fig. 53.

Durchschnitt durch die Schleimhaut des menschlichen Dünndarmes. 88 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

a zeigt ein in der Zottenachse liegendes, aber kollabiertes Chylusgefäss an.

ihres reichen Gefässnetzes wie Saugorgane, um die gelösten Stoffe in das Kanalbett der Blut- und Lymphgefässe diffundieren zu lassen. Dicke Haufen von Lymphzellen in der Schleimhaut werden Peyersche Plaques (Peyer 1677) genannt. Nur im Duodenum kommen zwischen den Lieberkühnschen Krypten verästelte tubulöse Brunnersche Drüsen (Brunner 1687) vor, deren Hauptmasse in der Submucosa liegt.

4. Dickdarm — Intestinum crassum. Zotten fehlen. Die Lieberkühnschen Krypten zahlreich. Die Längsmuskelschichte bildet nur am Mastdarme einen Cylindermantel, sonst sondert sie sich in drei gleichweit abstehende Längszüge — Taeniae.

IV. Lungen.

Die schwammigen Lungen sind von einem reichen Hohlraumsystem durchzogen, welches mit Luft erfüllt und wieder entleert wird. Regelmässige Atemzüge (der Erwachsene atmet 12—24 mal, Kinder bis 30 mal, Säuglinge bis 40 mal in der Minute) saugen die Luft in die Luftröhre und das baumartige Gezweige (Fig. 12) der beiden Luftröhrenzweige — Bronchi, welche die ganze Lunge durchsetzen. Bindegewebe, elastische und muskulöse Fasern umspinnen das Astwerk der Luftkanäle und formen es zu einem grossen elastischen Organ. Da Bindegewebsnetze mehrere Endäste immer zu einem Packet verknüpfen, erscheint die Lungensubstanz in kleine dicht zusammenstossende Läppchen gegliedert.

Innerhalb der Lunge teilt sich jeder Bronchus in viele Zweige von abnehmendem Kaliber. Nachdem letztere auf einen Durchmesser von 0,5 mm herabgesunken sind, gehen sie (Fig. 54) in die blinden respiratorisch wirksamen Endsäcke über, deren Wand lauter kleine halbkugelige Aussackungen — Alveoli pulmonales (Malpighi 1661) treibt. Am Beginne der Endstücke — Bronchiolus respiratorius stehen spärliche Alveolen unregelmässig verteilt, die mittlere Zone — Alveolargang ist mit zahlreichen Alveolen besetzt und das trichterförmig erweiterte Blindende selbst — Infundibulum ist dicht von Alveolen übersäet. Durch diese Gestalt ist die Oberfläche der Endsäcke enorm gross. 1 cbmm Lungensubstanz enthält 250 Alveolen, deren Wandfläche auf 31,2 qmm zu schätzen ist; 1 cbcm Lungensubstanz enthält 250000 Alveolen, deren Wandfläche auf 31 200 qmm zu schätzen ist. Ob dieser Anordnung kann das verhältnismässig kleine Organ (die rechte Lunge eines Mannes von 63,14 kg Körpergewicht ist 513 g, die linke Lunge 441 g schwer) eine bedeutende Menge Luft fassen: beide Lungen ungefähr 3700 cbcm Luft, durch tiefe Einatmung kann ihr Inhalt auf 5300 cbcm gesteigert werden. Jeder ruhige Atemzug eines erwachsenen Mannes fördert ungefähr 400—500 ccm Luft, sehr tiefe Züge können 2000—4500 ccm einziehen. Bei der Ausatmung wird nicht alle Luft ausgetrieben, 1400—2000 ccm

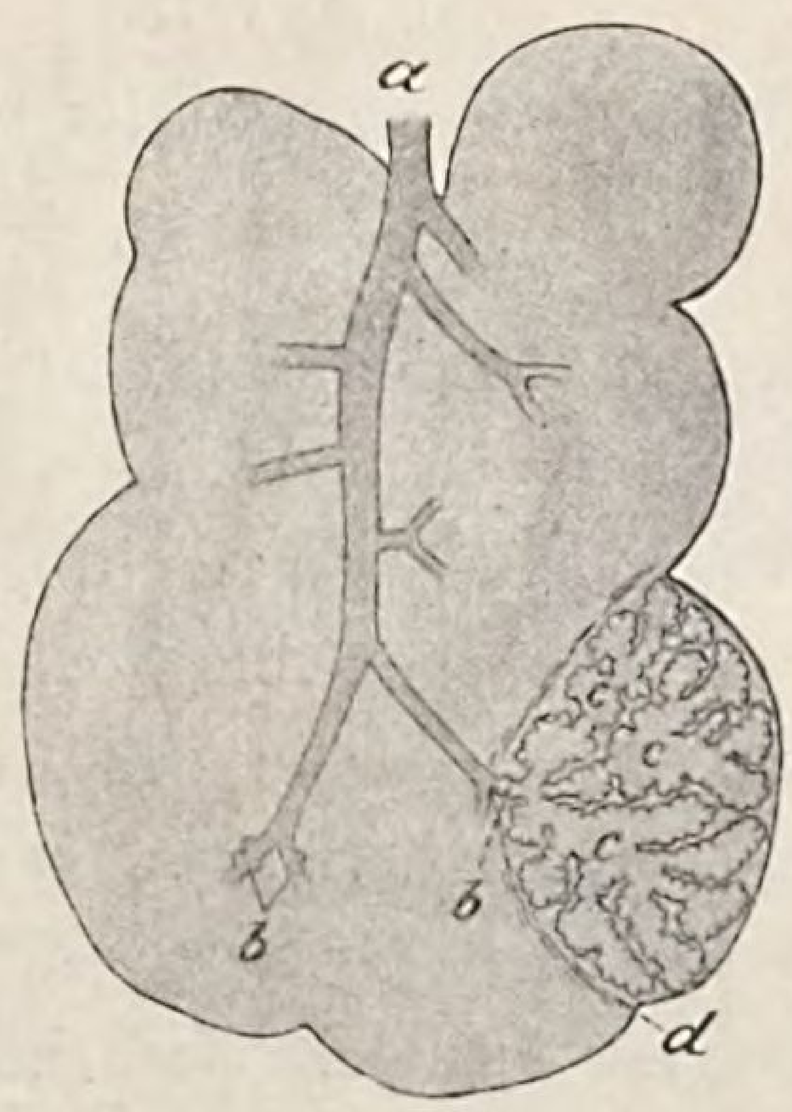


Fig. 54.
Schematisches Bild eines Lungenläppchens.
Nach Schmaus (Path. Anat.).
a Zweige der Endbronchen, b Alveolargang, c Infundibulum.

bleiben rückständig. Das Lungengerüste trägt auch die Zweige der Lungenarterien und Lungenvenen, welche längs der Bronchenäste ziehen und an den Wänden der Alveolen ein engmaschiges Kapillarnetz (Fig. 55) bilden, in welchem alles von der rechten Herzkammer eingepumpte Körperblut dicht an der Atemluft vorbeirieselt. Die Berührungsfläche zwischen Luft und Blut ist enorm, da in beiden Lungen ungefähr 300—400 Millionen Lungenbläs-

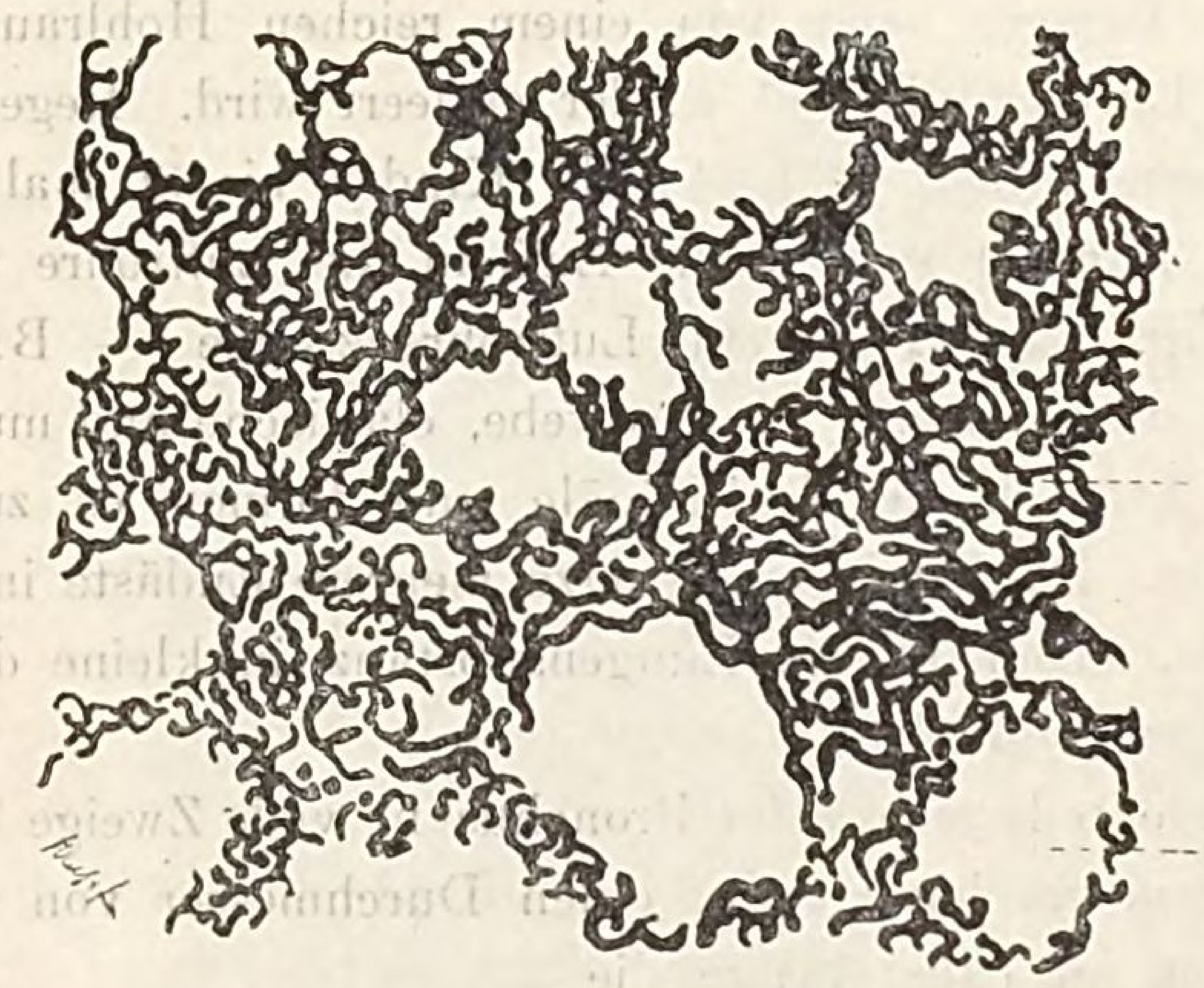


Fig. 55.
Schnitt durch eine injizierte Kaninchenlunge, nur die Blutgefässe gezeichnet. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

chen vorhanden sind, ist sie beim Manne 79,28 qm (129,84 qm bei der Inspiration), beim Weibe 63,2 qm (103,52 qm bei der Inspiration) gross. Die Lungengefässe fassen ungefähr 250 g Blut.

Die eben besprochenen Beispiele haben den ganz bestimmten Stil erläutert, welcher in der Anordnung der einfachen Strukturelemente innerhalb der Organe herrscht. Der Bau der menschlichen Organe stimmt in seinen wesentlichen Grundzügen mit dem der Wirbeltiere überein. Die genauere Analyse niederer Tiere hat später das allgemeine Gesetz ergeben, dass auch bei ihnen ähnliche Bauelemente und analoge Zusammenfügung derselben vorkommen. So waltet über der Mannigfaltigkeit des anatomischen Bauplanes ein einfaches Strukturprinzip!

VI.

Der Stoffwechsel des Tierkörpers.

Non fingendum aut excogitandum, sed quid natura faciat, observandum. Baco.

Bis Mitte des sechzehnten Jahrhunderts wurde eine der Beobachtung jedermanns leicht zugängliche Eigenschaft des lebenden Körpers nicht gewürdigt. Erst nachdem Santorio Santori (1561—1636) Arbeitstisch und Lagerstätte fast 30 Jahre lang auf einer grossen Wage aufgeschlagen hatte, ward die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt auf die Erörterung der Frage gelenkt, wie es kommen mag, dass sich das Gewicht des erwachsenen Menschen nicht fortwährend steigert, sondern innerhalb gewisser Grenzen ständig bleibt, obwohl täglich eine beträchtliche Menge an Speise und Trank genossen wird. Der scheinbare Widerspruch löst sich zwar einigermassen, weil die den täglichen Einnahmen gegenüberstehenden festen und flüssigen Ausscheidungen die stabile Bilanz erklärlich machen. Als jedoch Santori das Gewicht der täglichen Kost mit der gleichzeitig ausgeworfenen Harn- und Kotmenge verglich, fand er, dass letztere zusammen nicht mehr als die Hälfte des Gewichtes aller während 24 Stunden genossenen Stoffe ausmacht und er schloss richtig, der übrige Teil muss von anderweitigen Vorgängen aufgebraucht werden[1]). Da derselbe das Körpergewicht nicht steigert, so muss er den Körper verlassen durch eine, wie Santori meinte, „unseren Sinnen nicht bemerkbare Ausdünstung“ der Lebewesen, so wie der Inhalt eines mit Wasser gefüllten Beckens abnimmt und schliesslich ganz verschwindet.

Auf diese Weise entsteht ein sehr beträchtlicher Gewichtsverlust; Santori stellte fest, dass er fast 5 Pfund beträgt, wenn 8 Pfund an Speise und Trank aufgenommen wurden. Naheliegende Erfahrung führt oft die bedeu-

1) Faeces, lotium, sputa, mucos atque sudorem pondero, quod enim reliquum est, perspirationem insensibilem esse conjicio.

Ich wiege den Kot, den Harn, den Auswurf, den Schleim und den Schweiss; vom Rest vermute ich, dass er unmerklich verdunstet.

tende Grösse des täglichen Gewichtsverlustes vor Augen. Wenn man ihn nicht durch regelmässige Nahrungszufuhr aufwiegt und das Futter abbricht, so verliert jedes Tier an Gewicht und magert zusehends ab. Innerhalb 24 Stunden verliert ein fastendes Tier $^{1}/_{14}$—$^{1}/_{12}$ seines Gesamtgewichtes und geht zu Grunde, wenn die Hungerzeit lange andauert.

In welcher Weise die unmerkliche Ausdünstung vor sich geht und an welchen Körperteilen sie zehrt, darüber hat sich Santori keine genaue Rechenschaft gegeben. Er meinte, sie werde durch die Haut erfolgen und unterliess die Prüfung, ob nicht der ununterbrochene Strom der Atemluft aus den Lungen kleine Substanzmengen fortträgt. Schon die Thatsachen, dass trockene kalte Luft durch Nase und Mund in die Lunge eingesogen, nach kurzem Verweilen warm und feucht ausgestossen wird, dass sich die Oberfläche einer kalten Glasplatte trübt, wenn der Atemstrom aus dem Munde auf sie geleitet wird, weil sich feine Wassertröpfchen darauf niederschlagen, dass der Atemstrom in kalter Umgebung als Hauch erscheint, also mit Wasserdampf beladen ist, hätten den Gedanken nahe legen können, dass diese Veränderung wirklich durch Beimischung irgend eines vorher dem Körper angehörigen Stoffes verursacht sei.

Aber diese Folgerung musste umständlich bewiesen werden, ehe sie den Beifall der Fachgelehrten fand, weil dieselben den Wert der Lunge und ihres Luftwechsels als wärmeregulatorische Einrichtung erkannt zu haben glaubten. Die richtige Deutung ward freilich erst möglich, als spätere auf einer höheren Stufe physikalischer und chemischer Kenntnis stehende Forscher andere Naturerscheinungen besser analysiert hatten und durch den Vergleich mit jenen die exakte Prüfung der überlieferten Lehre von der Atmung begannen.

Am Beginne der wissenschaftlichen Reflexion über das Leben schien eben nichts gewisser als die Meinung, dass die gleichmässige, über die äussere Temperatur erhöhte Körperwärme diesen Stand nur durch fortwährende Neubildung von Wärme behaupten kann; denn jeder heisse Körper kühlt sich ab, sobald die Temperatur seiner Umgebung niedriger ist, mit einer Schnelligkeit, die vom Wärmeunterschied auf beiden Seiten abhängt. *Eine einzige den Schaden der Abkühlung ausgleichende Ursache, die Lebensflamme ward im Herzen gesucht, den dort gebildeten „Wärmestoff“ sollten die Blutgefässe an alle Organe verteilen.* Bei weiterer Prüfung musste man eine besondere Einrichtung vermuten, welche sorgt, dass die fortwährend geschürte Lebensflamme die Temperatur nicht über die normale, den gesunden Zustand bezeichnende Höhe treibt. Die dem Herzen benachbarte Lage der Lungen, ihre regelmässige Füllung mit bedeutenden Luftmengen und deren Entleerung, ferner die Gefässanordnung zwischen der rechten und linken Herzhälfte, welche das gesamte Körperblut in kurzen Perioden durch die Lungen leitet, legten eine direkte Beziehung der Atemorgane zur Wärmeregelung der Heizflüssigkeit nahe; da die ausgeatmete Luft immer wärmer

ist, als sie eingesogen wird, glaubten viele, *sie möchte der Abkühlung des im Herzen überhitzten Blutes dienen.*

Ohne Zweifel wirkt die Lungenluft auf das Blut ein. Sobald die Brusthöhle eines lebenden Säugetieres geöffnet wird, fällt auf, dass dunkelblaurotes bis schwarzes in die Lungengefässe einfliessendes Blut die Lungenvenen hellkirschrot verlässt. Wird aber die regelmässige Luftfüllung der Lungen unterbrochen, so bleibt das durchströmende Blut dunkelfarbig. Werden umgekehrt nach dem Tode die Lungen mit Luft gefüllt und entleert, wird also die Atmung künstlich unterhalten, so bekommt das Blut in den Lungen wieder hellrote Farbe. Nur die Luft kann diese Änderung veranlasst haben, denn das Gleiche geschieht dunklem Venenblute, das an der Luft steht oder mit Luft geschüttelt wird; ja der Farbwechsel erfolgt sogar, wenn Blutmengen von den Metzgern in eine Schweinsblase gefüllt an die Luft gehängt werden.

Die Erklärung, *dass die Lungen dem Blute direkt Luft zufügen und eine mechanisch feinere Verteilung des roten Saftes bezwecken,* etwa wie Farblösungen durch Verdünnung heller erscheinen, war ebenso wie die Meinung, *dass die kalte Luft das überhitzte Blut abkühle*, ein verfehlter Versuch, die Wahrheit zu enträtseln. So lange nicht die Frage aufgeworfen wurde, ob die Luft in den Lungen selbst verändert werde, entweder indem ihr etwas weggenommen oder zugefügt würde, war ein Fortschritt unmöglich. Da die Zusammensetzung der Luft gänzlich unbekannt war, blieben auch die Unterschiede zwischen der ein- und ausgeatmeten Luft unbeachtet.

Und doch wusste man lange, dass frische Luft allein die Atmung unterhalten kann. Im dicht geschlossenen kleinen Raume ohne Lufterneuerung, z. B. in einer Glasglocke vermögen Tiere nur geraume Zeit zu atmen und verenden schliesslich unter Zeichen der Atemnot und heftigen Krämpfen. Die Analogie mit Verbrennungsvorgängen lag zu nahe, als dass sie nicht frühzeitig hätte erkannt werden sollen. Mässige Luftzufuhr facht ja gleichfalls das Feuer an und in abgeschlossenen Luftmengen „ohne Luftzug" erlischt auch ein Licht nach bestimmter Frist. Schon Plinius bemerkt, dass die Luft eines Kellerraumes, in welcher ein Licht erlischt, den Menschen äusserst gefährlich sei. Gleichgültig, ob man in einem begrenzten Volumen atmosphärischer Luft Tiere atmen oder Kerzen brennen lässt, jedesmal bleibt „verdorbene" Luft zurück, unfähig die längere Fortdauer dieser Vorgänge zu unterhalten. Wie durch ein brennendes Licht ist also auch die aus den Lungen ausgetriebene Luft verändert und ungesund gemacht worden.

Man kann die Frage, was mit ihr geschehen sei, verschieden beantworten. Entweder entziehen die Lungen der Luft einen lebenswichtigen Stoff und erschöpfen ihren Gehalt daran oder sie fügen ihr eine schädliche Substanz bei, welche die Luft belastet und drückend macht. Die richtige Antwort lautet: beide Prozesse finden gleichzeitig statt. Aber früher hat man immer nur eine Möglichkeit in Betracht gezogen und aus dem beklemmenden,

unangenehmen Geruche der Luft eines kleinen Zimmers, wo viele Menschen zusammensassen, mit unzweifelhafter Sicherheit geschlossen, dass der Lungenluft nur „schlechte Bestandteile“ beigemengt werden.

Das völlige Verständnis dieser Erfahrungen stand lange Jahrhunderte aus, weil man des technischen Vermögens entbehrte, die Eigenschaften und Veränderungen der Luft genauer zu verfolgen. Erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ist das Ziel erreicht worden, nachdem eine Menge von Thatsachen zufällig und zusammenhanglos gefunden war. Die wichtigsten der Fundamentalerscheinungen wollen wir jetzt verfolgen. Zuvörderst erwies sich die Aristotelisch-scholastische Meinung als unhaltbar, dass die Luft ein einfacher unzersetzbarer Stoff sei. Mannigfache Versuche zeigten neben ihr noch andere Luftarten — Gase, welche durchsichtig, farblos, elastisch sind wie die Luft und leicht in die Atmosphäre entweichen, d. h. sich mit der Luft mischen, wenn man sie nicht in einem Glascylinder auffängt und dessen Mündung durch Wasser, besser Quecksilber absperrt. An bestimmten Eigenschaften des Geruches, der Brennbarkeit, des Verhaltens zu anderen Körpern sind diese Gase auch in Gemengen zu erkennen. Dadurch wurde die Möglichkeit eröffnet, die Veränderung der Luft in den Lungen festzustellen.

Black zeigte 1757, dass die aus den Lungen entweichende Atemluft nicht mehr gewöhnliche Luft ist, sondern sich dem Verhalten des von ihm entdeckten Kohlensäuregases (damals fixe Luft genannt) nähere. Während seiner Studien über die Eigenschaften der Kohlensäure fand er nämlich, dass dieses Gas mit Kalkwasser geschüttelt einen weissen Niederschlag von kohlensaurem Kalke liefert. Nun hatte er ein Mittel für den Nachweis, dass lebende Tiere mit dem Atem Kohlensäure freigeben, indem er durch eine in Kalkwasser eintauchende Glasröhre ausatmete. Man braucht nur sehr wenig Lungenluft durch dasselbe zu blasen, um eine Trübung und bald einen ordentlichen Niederschlag zu beobachten. Kohlensäure ist wohl auch in der atmosphärischen Luft vorhanden, aber in geringen Spuren; denn sehr grosse Mengen der letzteren können durch Kalkwasser geleitet werden, ehe dessen Klarheit sich mindert und noch mehr, bis es milchig trübe wird. 100 Liter atmosphärischer Luft enthalten 0,04 Liter Kohlensäure; 100 Liter ausgeatmeter Luft 4,38 Liter Kohlensäure, ihr Kohlensäuregehalt ist hundertmal grösser als der der eingeatmeten Luft. Also wird die Luft in den Lungen mit Kohlensäure geschwängert und ihre Anwesenheit ist der Grund, weshalb die Atmung die Luft verdirbt. Das Gleiche gilt für die Verbrennungserscheinungen. Da Kohlensäure vom Wasser leichter absorbiert wird, als die anderen damals unbekannten Bestandteile, vermochte Priestley durch langes Schütteln mit Wasser der infolge tierischer Atmung oder Verbrennung verdorbenen Luft bis zu einem gewissen Grade die Schädlichkeit zu nehmen. Entsprechend der Kohlensäuremenge, welche sich im Wasser löste, trat auch eine Verminderung des Luftvolumens ein.

So stand fest, die Luft erleidet in der Lunge folgende Veränderungen: 1. nimmt ihr Wassergehalt zu, 2. wird der Gehalt an Kohlensäure mächtig gesteigert.

Weiter fand Priestley die merkwürdige Thatsache, dass lebende grüne Pflanzen, die er in eine durch Atmung oder Verbrennung verdorbene Luft eingeschoben und wochenlang darin hatte verweilen lassen, nicht nur nicht zu Grunde gehen wie Tiere, sondern gut gedeihen und sogar die Beschaffenheit der Luft verbessern. Denn darin konnten Lichter wiederum brennend erhalten werden, ebenso vermochten Mäuse in dem gleichen Luftvolumen, das sie vorher durch Respiration verdorben hatten, wieder frei zu atmen, wenn inzwischen lebende Pflanzen darin geweilt hatten. Lebende grüne Pflanzen vermögen also der Luft die schädliche Kohlensäure wieder zu entziehen und die Luft atembar zu machen.

Priestley begriff auch die allgemeine Tragweite seiner Entdeckung. Durch das Atmen übt Mensch und Tier unbewusst einen verschlechternden Einfluss auf die Beschaffenheit der Luft aus. Die ungeheure Zahl von Lebewesen und die vielfachen Feuerstätten müssten die schlechte Wirkung rasch steigern. Die ganze Atmosphäre müsste allmählich untauglich zur Erhaltung des tierischen Lebens werden und der allgemeine Untergang der Tierwelt erfolgen. Diese Gefahr hält der grüne Pflanzenschmuck der irdischen Landschaft ab. Die Vegetation in Wald und Wiese entzieht der Luft mit mit lebhafter Gier das schlechte Gas und erhält sie immer gesund und tauglich für das Atembedürfnis der Tiere.

1772 erkannte Rutherford einen neuen gasförmigen Bestandteil der Luft. Er entfernte aus einer durch Atmung verdorbenen Luftmenge die Kohlensäure dadurch, dass er in das über Quecksilber abgesperrte Luftvolumen Kalilauge aufsteigen liess, welche sich mit der Kohlensäure zu kohlensaurem Kalium verbindet. Dann blieb eine geringere Menge einer indifferenten Luftart zurück, welche die Flamme auslöschte und die Tiere erstickte — der Stickstoff.

Also enthält die Luft einen Bestandteil, der bei der Atmung keine Rolle spielt und allein in die Lungen eingeführt sogar tödliche Wirkung äussert. Neben ihm muss daher noch irgend ein anderer wichtiger Körper vorhanden sein, welcher die Atmung unterhält.

Priestleys eifrige Untersuchungen über die Gasarten wurden bald darauf (1774) durch die Entdeckung dieses Bestandteiles der Atmosphäre, des Sauerstoffes belohnt. Zufälliges Erhitzen von rotem Quecksilberoxyd liess ihn das Gas gewinnen. Er bemerkte mit Verwunderung, dass darin ein Licht mit ausserordentlich lebhafter, stark vergrösserter und erstaunlich heller Flamme brannte; ferner dass eine Maus in einer bestimmten Menge desselben dreimal längere Zeit lebte als in der gleich grossen Quantität atmosphärischer Luft und sich rasch von dem Versuche erholte. Ein bestimmtes

Volumen Sauerstoffs war, nachdem eine Maus eine halbe Stunde darin geatmet hatte, immer noch besser geeignet, die Atmung oder Verbrennung zu unterhalten, als ein gleichgrosses Volumen gewöhnlicher Luft, mit welchem derselbe Versuch angestellt ward. Es war also zu vermuten: Sauerstoff ist in der gewöhnlichen Luft vorhanden und verleiht ihr die Eigenschaft, die Atmung zu unterhalten.

Lavoisier (1743—1794) bewies dies mit einfachen Experimenten: Durch Steigerung oder Verringerung der in einem bestimmten Luftvolumen vorhandenen Sauerstoffmenge hat er den Zeitraum, welchen Tiere darin lebend zubringen können, entweder verlängert oder abgekürzt und dadurch, dass er den Sauerstoff der Luft gänzlich entzog, dieselbe aller Fähigkeit beraubt, das Leben oder die Flamme zu unterhalten. Damit war bewiesen, ein aus Stickstoff und Sauerstoff bestehendes Gasgemenge wird in die Lungen eingesogen und ein kohlensäurehaltiges Gemenge wieder ausgestossen.

Lavoisier schien es jedoch nicht ausreichend, zu wissen, dass in der atmosphärischen Luft Stickstoff und Sauerstoff vorhanden seien, er wollte auch ergründen, in welchem Mischungsverhältnisse beide stehen. Er regte dadurch Probleme an, welche die damaligen Chemiker noch niemals bemerkt oder wenigstens nicht überlegt hatten. Während jene mit der Feststellung der qualitativen Veränderungen sich genug gethan zu haben glaubten, richtete Lavoisier in klar bewusster Absicht seine Aufmerksamkeit auf die Mengenverhältnisse der bei chemischen Vorgängen verbrauchten und erhaltenen Stoffe.

Ehe er hier Erfolge ernten konnte, musste er Technik und Methode der chemischen Untersuchung reformieren. Sein hervorragendes praktisches Geschick und unendliche Geduld halfen ihm, einem damals von den wissenschaftlichen Forschern kaum beachteten Werkzeuge, der Wage durch verbesserte Konstruktion eine ungeahnte Empfindlichkeit und Feinheit zu verleihen; er führte sie in die chemischen Laboratorien ein, lehrte seinen Zeitgenossen den Gebrauch derselben und die Notwendigkeit fleissiger Wägungen kennen. Vom Beginne seiner chemischen Thätigkeit prüfte er mit der Wage alle Mengenverhältnisse bei den qualitativen Umsetzungen mehrerer Körper und verglich mit grösserer Konsequenz als irgend einer seiner Zeitgenossen das Gewicht der zu einem Versuche angewandten und der nach der Reaktion erhaltenen Substanzen. Dadurch ward seine Überzeugung bestärkt, dass in allen chemischen Prozessen nichts verloren gehe und nichts ursprünglich erzeugt werde, dass alle Erscheinungen nur Veränderungen des Zustandes und der Zusammensetzung, Verbindungen oder Trennungen der Körper vorstellen. Seine Arbeit hat festgestellt: Form und Verbindungsweise der Stoffe kann sich wohl ändern, aber das Gewicht der angewandten Substanzen bleibt beständig und das Gewicht einer Verbindung beträgt so viel, als das der Komponenten zusammengenommen. Wenn bei einem chemischen Versuche eine

Gewichtszunahme beobachtet wird, so entstand sie durch das Hinzutreten, jede Abnahme durch die Abscheidung eines wägbaren Stoffes.

So selbstverständlich dem modernen Menschen der chemische Grundsatz von der Beständigkeit der Materie erscheint, seine erstmalige Begründung durch Lavoisier erheischte nicht bloss ausserordentliche Genauigkeit aller Wägungen, sondern auch einen hervorragenden Scharfblick für die Deutung der Vorgänge. Denn jedermann weiss, dass bei manchen Erscheinungen, z. B. wenn man ein Licht oder Feuer ansteckt, die Masse und das Gewicht der brennenden Stoffe abnimmt, ja sogar gänzlich schwindet. Andererseits war wissenschaftlich beobachtet, dass in manchen Fällen das Gewicht der erhaltenen Produkte grösser wird als das der angewandten Substanzen, so z. B. sind die durch Erhitzen der Metalle an der Luft entstehenden Metalloxyde (früher Metallkalke genannt) immer schwerer als das Metall selbst. Nur die Annahme, dass während des Erhitzens zu dem vorher vorhandenen Metalle eine bestimmte Menge eines anderen Körpers hinzutritt, macht die merkwürdige Thatsache verständlich. Lavoisier versuchte experimentell den hinzutretenden Stoff zu finden. 1772 war er so glücklich zu entdecken, dass die Gewichtszunahme der entstehenden Oxyde von der Fixation einer grossen Gewichtsmenge von Sauerstoff der Luft herrührt, welche sich aus dem Metalloxyde auch wieder frei machen lässt. Den exakten Beweis führte er 1774 mit steter Kontrolle durch die Wage am Quecksilberoxyde, das durch Erhitzen von Quecksilber an der Luft entsteht.

In eine zuvor gewogene Retorte füllte er eine gewogene Menge Quecksilbers, verschloss die Retorte, bestimmte das Gewicht der dadurch eingesperrten Luft und liess in der Hitze die Bildung des roten Oxydes vor sich gehen. Dann wog er sowohl das entstandene Quecksilberoxyd als auch die Luft des Kolbens und fand, dass das Quecksilberoxyd um eine bestimmte Grösse schwerer geworden war, als das vorher eingegossene Metall, während das Luftvolumen eine gleich grosse Gewichtsverminderung erfahren hatte. Also hat sich wirklich ein Luftbestandteil mit dem Quecksilber verbunden. Da das Quecksilberoxyd wie kaum ein anderer Körper geeignet ist, das Wesen dieses Vorganges zu offenbaren, konnte Lavoisier das umgekehrte Experiment ausführen und dadurch beweisen, dass sich das Metall mit dem Sauerstoff der Luft verbunden hatte. Durch weiteres Erhitzen zerfällt nämlich das Quecksilberoxyd wieder in metallisches Quecksilber und die vorher absorbierte Menge von Sauerstoff.

Auf viele ähnliche Experimente gestützt konnte er nun mit Recht den Satz aussprechen: wenn bei einer chemischen Reaktion die gebildeten Produkte nicht ebensoviel wiegen wie die angewendeten Stoffe, so liegt der Grund nur darin, dass der chemische Forscher nicht im stande ist, alle Produkte zu sammeln oder dass er die Mitwirkung eines verborgenen Stoffes verkennt. Der Gebrauch der Wage wird darum in jedem Falle der beste Prüfstein sein, ob alle Einzelheiten einer Erscheinung beobachtet und richtig beurteilt

sind. Denn durch sie kann man jederzeit die Genauigkeit der Untersuchung kontrollieren, weil sich für jeden chemischen Vorgang das Gewicht der angewandten Substanzen und der erhaltenen Produkte in eine algebraische Gleichung (Umsetzungsgleichung) schreiben und aus derselben das unbekannte Glied berechnen lässt. Quecksilber (Hg), erhitzt in Gegenwart von Sauerstoff (O) der Luft, giebt Quecksilberoxyd (HgO), als Gleichung geschrieben: $Hg + O = HgO$. Beim weiteren Erhitzen zerfällt Quecksilberoxyd HgO in metallisches Quecksilber und Sauerstoff, $HgO = Hg + O$.

Die Versuche mit Quecksilberoxyd führten Lavoisier endlich dahin, die quantitative Zusammensetzung der Luft festzustellen. Nachdem er durch Erhitzen von Quecksilber einem abgeschlossenen Luftvolumen den Sauerstoff entzogen hatte, isolierte und wog er die zurückgebliebene Gasmenge, welche aus Stickstoff bestand. Dann erhitzte er das Quecksilberoxyd und sammelte den entweichenden Sauerstoff gesondert auf. Auf diese Weise hatte er die Luft in zwei Gasarten zerlegt. Hernach mischte er die beiden im Versuche erhaltenen Gasmengen und stellte dadurch wieder atmosphärische Luft her, von welcher er ausgegangen war, mit all ihren Eigenschaften und vom ursprünglichen Volumen. Mit der Wage bestimmte er, dass die Luft ein Gemenge zweier Gase ist und 25 Teile des die Atmung unterhaltenden Sauerstoffes und 75 Teile des gegen Atmung und Verbrennung ganz indifferenten Stickstoffes enthält.

Dieses Gasgemenge, nicht besonders reich an lebenswichtigem Sauerstoff, wird durch die Atembewegungen in die Lungenhöhle eingesogen und erleidet eine qualitative und quantitative Veränderung, die sich nicht auf den Stickstoff erstreckt. Ausgetrieben wird ein anderes Gemisch, nämlich Stickstoff, Kohlensäure, unverbrauchter Sauerstoff und Wasserdampf.

Nach dieser Erkenntnis entsteht die neue Frage, ob die Einfuhr bedeutender Mengen Sauerstoffs eine notwendige Vorbedingung für das Auftreten der Kohlensäure und des Wasserdampfes in der Exspirationsluft sei? Die Antwort war damals nicht leicht, weil die Zusammensetzung beider Körper noch nicht bekannt war und besonders das Wasser immer noch als einfache Elementarsubstanz im Sinne der Aristotelischen Scholastik betrachtet wurde. Da fand Lavoisier 1775, dass die Kohlensäure eine Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff (CO_2) sei. Cavendish beobachtete 1781, dass Wasser entsteht, wenn Wasserstoffgas in Sauerstoff verbrannt wird und Lavoisier zerlegte dann 1783 das Wasser (H_2O) in seine beiden Bestandteile, indem er Wasserdämpfe über glühendes Eisen streichen liess.

Nun waren die Beziehungen zwischen den Gasen der Atemluft ermittelt. Die ausgeatmete Kohlensäure und der Wasserdampf sind die Verbindungen bestimmter Mengen des im lebenden Organismus enthaltenen Kohlen- und Wasserstoffes mit dem vorher eingeatmeten Sauerstoffe.

Die Analyse gewöhnlicher Verbrennungsvorgänge unterstützte diese Auffassung. Als Lavoisier eine Kerze in reinem Sauerstoffe vollständig ver-

brannt hatte, fand er als Endergebnis flüchtige gasförmige Verbrennungsprodukte: Kohlensäuregas und Wasserdampf unter der Glasglocke vor und das Gewicht der verbrannten Kerze samt dem Gewichte des verbrauchten Sauerstoffes zeigte sich gleich dem Gewichte der erhaltenen Kohlensäure und Wasserdämpfe. Die Kerze verbrannte also in O vollständig zu $CO_2 + H_2O$. Lavoisier schloss daraus, dass Kohlenstoff und Wasserstoff Bestandteile und zwar die einzigen Bestandteile der Kerze seien. Mit dem Kohlenstoffe der Kerze hat sich der im Versuche angewandte Sauerstoff unter Licht- und Wärmeentwickelung zu Kohlensäure und mit dem Wasserstoffe zu Wasser verbunden. Daran reihte er andere Versuche über das Massverhältnis der bei der Atmung verbrauchten und erzeugten Gase. Er liess einen Sperling unter der Glasglocke ersticken und fand dann den gesamten Sauerstoff (den fünften Teil) des Luftvolumens verschwunden und an seiner Stelle ein fast gleiches Volumen von Kohlensäure und Wasser.

Lavoisiers geniale Untersuchungen hatten zu Ende des vorigen Jahrhunderts das Wesen der Atmung als einfachen Oxydationsvorgang erkannt und die Ähnlichkeit der chemischen Vorgänge bei der Verbrennung und Atmung nachgewiesen. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kohlen- und Wasserstoffe des lebendigen Leibes genau in der gleichen Weise zu Kohlensäure und Wasser, wie bei der Verbrennung einer Kerze.

Aber die in chemischer Hinsicht übereinstimmenden Prozesse erscheinen unseren Sinnen recht verschiedenartig. Während die brennende Kerze Licht und Wärme ausstrahlt, verläuft die Oxydation im tierischen Körper anscheinend ohne solche Begleiterscheinungen. Das genauere Studium anderer Oxydationsvorgänge lehrte jedoch bald diesen Unterschied als weniger belangreich ansehen, weil sich auch in der Natur Oxydationsprozesse abspielen, welche von keiner Lichtentwickelung und einer so geringen Wärmebildung begleitet sind, dass sie leicht übersehen werden; z. B. metallisches Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoffe rasch und energisch unter sprühendem Funkenregen und starker Erhitzung, wenn es glühend in eine Sauerstoffatmosphäre getaucht wird, hingegen langsam ohne merkliche Nebenphänomene, wenn es feucht der Luft ausgesetzt ist und rostet. Andere Stoffe, z. B. Quecksilber, Blei bilden ihre Oxyde überhaupt ohne Lichterscheinung und die entwickelte Wärmemenge (welche dieselbe bleibt, gleichgültig, ob die Oxydation rasch oder langsam verläuft) wird durch Leitung und Strahlung an die Umgebung so rasch ausgegeben, dass sehr feine Messinstrumente erforderlich sind, sie überhaupt nachzuweisen. Der Mangel jeglicher Lichterscheinung beim Respirationsprozesse hebt darum die Gleichwertigkeit der Atmung und Verbrennung nicht auf; denn das andere jeden Oxydationsprozess begleitende Phänomen: die Wärmebildung wird an allen lebenden Tieren beobachtet. Sie erhöht die Temperatur der Säugetiere und Vögel weit über den Wärmegrad der Umgebung. Auch die niederen sog. kaltblütigen Tiere erzeugen durch die Atmung Wärme, allein dieselbe strahlt sehr rasch aus, da an

der Haut keine besonderen Einrichtungen für den Wärmeschutz wie Haare und Federn vorhanden sind; durch vorsichtige Anordnung der Versuchsbedingungen kann jedoch die produzierte Wärme auch bei jenen nachgewiesen werden.

So ist eine neue ursächliche Beziehung zwischen dem Sauerstoff der Atemluft und der tierischen Wärme erkannt. Die unablässig im Körper stattfindenden chemischen Umsetzungen mit dem Sauerstoffe erzeugen dabei bestimmte Wärmemengen. Lavoisier suchte sogleich vermittels genauer Messinstrumente, der Wärmemesser — Calorimeter das Zahlenverhältnis dieser Beziehungen zu eruieren. Er fand, dass bei der Oxydation eines Stoffes die beobachtete Wärmesteigerung der Menge des verzehrten Sauerstoffes proportional ist, gleichgültig, ob die Oxydation rasch oder langsam verläuft. Deshalb lässt sich aus der Menge des eingeatmeten Sauerstoffs oder auch der von ihm gebildeten Oxydationsprodukte: der ausgeatmeten Kohlensäure und Wasserdämpfe die produzierte Wärme berechnen.

Liebig fügte 1845 hinzu, dass der durch den Unterschied der Umgebungs- und Körpertemperatur unablässig erfolgende Wärmeverlust eines warmblütigen Tieres zum Sauerstoffverbrauch in der nämlichen Zeit in einem geraden Verhältnisse steht: die vom Tiere abgegebene Wärmemenge ist genau derjenigen gleich, welche entsteht, wenn die unterdessen aufgenommene Sauerstoffmenge ausserhalb des Körpers direkt in Kohlensäure und Wasser verwandelt wird.

Nun besteht noch die Ungewissheit, wo die Oxydation stattfindet, ob der Sauerstoff sogleich in der Lunge oder erst im Körper sich zu Kohlensäure und Wasser verbindet. Die zufällige Ähnlichkeit einiger Metalloxyde mit der Blutfarbe führte Lavoisier zur Vermutung, dass der Sauerstoff der Atemluft in das Blut der Lungenkapillaren aufgenommen und durch den Körper verbreitet wird, und die Farbänderung des Blutes, wenn es verschiedene Gase berührt, bestärkte seine Auffassung. Denn das Blut wird hellrot, wenn es an reinem Sauerstoff (oder der sauerstoffhaltigen Luft) steht, gerade so wie einige Metalle: Quecksiber, Eisen, Blei mit Sauerstoff rote Oxyde bilden; hingegen dunkelblau-schwarz, wenn es an Kohlensäure steht. Da nun das dunkle, von der rechten Herzkammer in die Lungengefässe gepresste Körpervenenblut das Kapillarnetz der Lunge hellrot verlässt hellrot aus der linken Herzhälfte in die Aorta getrieben wird und aus dem Körperkreislauf dunkel zum Herzen zurückkehrt, muss der Sauerstoff vom Blute absorbiert in die verschiedenen Regionen des Körpers getragen werden, wo er sich mit dem Kohlen- und Wasserstoff der Organsubstanzen selbst zu Kohlensäure und Wasser verbindet, welche dem venösen Blute beigemengt und endlich im Kapillarnetz der Lunge mit der Exspirationsluft ausgeschieden werden. Die Lungen selbst sind nur den Gasaustausch vermittelnde Organe für die Einfuhr der gasförmigen Lebensmittel und die Ableitung der ständig erzeugten Verbrennungsprodukte. Sie werden mit einem Gemenge

von Sauerstoff und Stickstoff gefüllt, weil reiner Sauerstoff eine allzu energische Oxydation des lebenden Körpers anregen und seine rasche Zerstörung herbeiführen würde. Andererseits dient die grosse mit jedem Atemzuge eingesogene Menge von Stickstoff dazu, das Labyrinth der Lungenbläschen aufzublähen und in dieser Stellung einen kurzen Moment verweilen zu lassen, damit an einer ungeheuer grossen Binnenfläche der Lungenalveolen (100 bis 139 qm) getrennt durch dünne den endosmotischen Gasaustausch nicht hemmende Membranen, Luft und langsam strömendes Kapillarenblut in Wechselwirkung treten.

So erneute die chemische Analyse den poetischen Vergleich mit der Lebensflamme, welche Prometheus dem Himmel geraubt hat. Aber indem sie die Vorgänge genauer studierte, hat sie die ursprüngliche einfache Vorstellung zerstört. Die Lebenslampe glimmt nicht in einem Centralorgane, sondern in allen Körperregionen finden die Oxydationsvorgänge statt, welche sich in chemischer Hinsicht gar nicht von den Verbrennungsvorgängen unterscheiden. Und wenn man, wie es früher geschah, sämtliche Oxydationsvorgänge nach einer Gruppe derselben (pars pro toto) benennen will, darf man die zersetzende Wirkung des Sauerstoffes im Körper als eine Verbrennungserscheinung bezeichnen.

Das Wechselspiel der Füllung und Entleerung der Lungen dient also gerade dazu, die Heizung des Körpers durch Zufuhr neuer die Verbrennung bewirkender Luftmengen zu unterhalten. Die alten Forscher hatten Unrecht, als sie die abkühlende Wirkung der Lungenthätigkeit so scharf betonten. Aber eine richtige Erkenntnis steckt auch in der alten Lehre. Denn der lebhafte Luftwechsel der Lunge hat unzweifelhaften Einfluss auf die Körpertemperatur. Wenn wir rascher atmen, werden grösere Luftmassen in Bewegung gesetzt und tragen eine ansehnliche Wärmemenge aus unserem Körper fort; zugleich regen sie eine schnelle Verdampfung von Wasser in der Lungenhöhle und damit eine Abkühlung an. Der Atemprozess äussert eben vielfache Wirkungen auf den Organismus und die alten Ärzte sind deshalb in so grosse Irrtümer verfallen, weil sie nur ein einfaches Verhältnis von Ursache und Wirkung suchten, wo eine grosse Reihe von Folgen und Erscheinungen wechselseitig verkettet ist.

Die durch die Atmung vermittelten Umsetzungen zwischen dem lebenden Körper und der Atmosphäre sind sehr lebhaft. Jeder Atemzug des Menschen saugt 400—500 ccm Luft in die ungefähr 4 Liter Luft fassende Höhlen beider Lungen und stösst eine gleiche Quantität veränderter Luft aus. Während 24 Stunden durchstreichen 10000—11000 Liter Luft, darinnen 2100 bis 2300 Liter Sauerstoff die Lungen eines erwachsenen Mannes. Nachdem sie ausgeatmet sind, enthalten sie nur noch 1600—1800 Liter Sauerstoff. In den Lungen wird der Luft also $^1/_5$—$^1/_7$ des Sauerstoffgehaltes entzogen, eine Menge, welche ungefähr dem vierten Teile der gesamten täglich aufgenommenen festen und flüssigen Stoffe gleich ist. Der cordifugale Blutstrom verbreitet sie in alle Regionen des Körpers, in den Kapillarnetzen vereinigt sie sich

mit Kohlenstoff und Wasserstoff zu Kohlensäure und Wasser und diese verlassen durch die Lungen den Körper. In 24 Stunden stossen die Lungen eines Erwachsenen ungefähr 800—1200 g = 400—600 Liter Kohlensäure und 355 g Wasser aus.

So ist wirklich der Luftstrom in den Atemwegen der Träger eines ununterbrochenen Gewichtsverlustes, den Santori als Perspiratio insensibilis in Rechnung gestellt hatte.

Nicht bloss durch die Lunge, auch durch die Haut entweicht Wasser und Kohlensäure. Man braucht nur den nackten Arm in ein trockenes Glasgefäss zu halten, um bald einen Wasserniederschlag zu beobachten. Während 24 Stunden gehen durch die Haut ungefähr 585 g Wasser und 10 g Kohlensäure fort, so dass durch Lunge und Haut zusammen ungefähr $^1/_3$ des Gewichtes der gesamten festen und flüssigen Nahrung ausgeschieden wird.

Das ist der Grund, weshalb viele Tiere nicht lange der Nahrung entraten können. Atmung (und andere Ausscheidungen in den Drüsen) dauern während der Zeit des Darbens und verringern die Körpermasse. Rasch und intensiv atmende Tiere, z. B. Vögel, sterben natürlich rascher — wenige Tage, nachdem sie der Nahrung beraubt wurden — als Amphibien, deren träge Atmung selbst in mehreren Hungermonaten wenig Körpersubstanz zerstört. Da täglich bestimmte Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff durch Lungen und Haut, andere Stoffe in den Drüsensekreten ausgegeben werden, muss die Nahrung eine den täglichen Verlust ausgleichende Masse dieser Stoffe wieder zuführen. So offenbart sich ein neues wunderbares Abhängigkeitsverhältnis zwischen scheinbar weit entfernten Vorgängen.

Die Klärung dieser Beziehungen wurde durch die chemische Analyse gegeben; sie hat die chemische Beschaffenheit des Tierkörpers sowie seiner Nahrungsmittel genauer verfolgt und durch glänzende Entdeckungen auch auf diesem Gebiete die innige Korrelation des Körpers zu all seinen Lebensbedingungen erwiesen.

Die Leibessubstanz ist im chemischen Sinne ebensowenig einheitlich, als die mikroskopische Untersuchung die Lehre von dem gemeinsamen Parenchyme der Organe bestätigt hat, sondern aus sehr zahlreichen Verbindungen aufgebaut, welche durch die von Lavoisier begründete und von Liebig verbesserte Methode der Elementaranalyse genauer bekannt wurden.

Die mannigfachen verhältnismässig konstanten Verbindungen sind in und ausser dem Bereiche des lebenden Tieres vieler Veränderung fähig, aber doch recht eigenartig; denn als die genauere Kenntnis dieser Körper für das Verständnis des Lebensvorganges wichtig wurde, vermochten die Chemiker zwar, dieselben in die einfachen Elemente zu zerlegen und zu zeigen, dass die lebende Substanz aus denselben chemischen Grundstoffen besteht, wie die Welt der leblosen Körper, aber sie war ausser stande, sie in gleicher Weise, wie es für die meisten anorganischen Verbindungen geglückt war, durch Synthese aus den Elementen künstlich darzustellen. Deshalb nahm

man wieder zur Vorstellung *einer besonderen dem lebenden Körper innewohnenden organisierenden Kraft seine Zuflucht und schrieb dem jetzt „Lebenskraft“ genannten Agens die Fähigkeit zu, die von den bekannten chemischen Erscheinungen abweichende Entstehung der Organbaustoffe aus den einfachen Grundstoffen im Organismus hervorzurufen. Nur unter ihrem Einflusse konnten nach der damaligen Vorstellung die Bestandteile des pflanzlichen und tierischen Körpers entstehen. Sie sollte dem Streben anderer chemischer Kräfte entgegentreten und den Organismus vor der zersetzenden Wirkung derselben schützen, die sich erst frei entfaltet, wenn mit dem Tode die Lebenskraft erloschen ist.* Dann führt besonders der Sauerstoff unter Mitwirkung kleinster Lebewesen die Fäulnis und Verwesung, d. h. den Zerfall des toten organischen Leibes in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser herbei. Diese Lebenskraft dachte man sich in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts *als einen besonderen, ausserordentlich fein verteilten, schnell wirkenden und räumlich sich ausbreitenden unwägbaren Stoff.*

Aber diese Vorstellung überdauerte den Fortschritt der organischen Chemie nicht lange. Nachdem Wöhler 1828 die künstliche Synthese des Harnstoffes aus Cyansäure und Ammoniak, Kolbe 1845 die Synthese der Essigsäure vorgeführt hatten, wurden seit den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts eine grosse Zahl organischer Verbindungen, welche sich im Tier- und Pflanzenkörper finden, dargestellt und heute zweifelt niemand, dass auch andere bisher nicht künstlich erzeugte Verbindungen in absehbarer Frist synthetisch dargestellt werden können, wie dies erst kürzlich für die Zuckerarten durch E. Fischer geschah. Obwohl die künstliche Darstellung unter ganz anderen Bedingungen als im lebenden Körper erfolgt und durch kräftig wirkende Agentien, hohe Temperatur, Druck, konzentrierte Lösungen u. s. w. eingeleitet wird, lag die Ähnlichkeit der chemischen Versuche und der im Körper ablaufenden Prozesse so klar, dass zu Beginn der sechziger Jahre dieses Jahrhunderts eine chemische Begründung der Lebenskraft unmöglich wurde. Man verglich die Lebensvorgänge nun direkt mit chemischen Erscheinungen und lernte wiederum eine grosse Reihe von Vorgängen, die lange als fundamental verschieden betrachtet waren, unter gemeinsame Gesichtspunkte ordnen.

Die wesentlichen Resultate der chemischen Untersuchung sind folgende: An der ungeheuren Anzahl chemischer Verbindungen, welche den tierischen Leib aufbauen, ist nur ein kleiner Bruchteil der überhaupt bekannten chemischen Grundstoffe beteiligt. Neben einer grossen Menge von Wasser (72 %) des Körpergewichtes) findet man Substanzen, welche verschiedene Kombinationen der Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, ferner Calcium, Eisen, Kalium, Natrium, Magnesium, sehr spärlich Silicium, Fluor, Mangan und Kupfer darstellen. Die Hauptmasse besteht aus organischen Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, die man kurzweg als Eiweisskörper (Albumine,

Fibrine), wenn stickstoff- und schwefelfrei als Fette und Kohlenhydrate bezeichnet, ferner Phosphorverbindungen der eben genannten fünf Elemente: die Nukleïne, Lecithine, Cholesterine, endlich anorganische Salze: die salzsauren, schwefelsauren und phosphorsauren Salze des Kalium, Natrium, Calcium, und Magnesium.

Diese Substanzen sind im Organismus ununterbrochenen Veränderungen unterworfen, sowohl was die Masse als das Schicksal der einzelnen anlangt. Ein Teil derselben wird durch den Lebensprozess zerstört und ausgeschieden In 24 Stunden verliert der menschliche Körper (sein Gewicht als 70 kg angenommen) ungefähr 2000 g Wasser, 270 g Kohlenstoff, 20 g Stickstoff, 870 g andere Stoffe. Der Verlust wird durch die Aufnahme einer entsprechenden Menge der gleichen Stoffe ausgeglichen. Die Nahrung muss die chemischen Verbindungen, aus welchen die Organe bestehen: Eiweissstoffe, Albuminoide, Fett, Zucker, Stärke und Mineralsalze gemischt enthalten. Denn der tierische Organismus teilt nicht die Fähigkeit der Pflanzen, diese Körper direkt aus unorganischen Verbindungen zu bilden, sondern bedarf pflanzlicher oder tierischer Kost. Er steht also nicht blos durch die Atmung, sondern auch durch sein Nahrungsbedürfnis in enger Abhängigkeit von der Pflanzenwelt.

Wenn nun auch seine Nahrungsmittel organische Verbindungen enthalten, sind dieselben doch nicht identisch mit den Bestandteilen des Tierkörpers. Sie können ihm erst „einverleibt“ werden, nachdem sie seiner Eigenart ähnlich gemacht — assimiliert und in Lösung gebracht wurden, damit die Blutgefässe sie verteilen können. Die Umwandlung findet im Darmkanale statt. Auf dem Wege vom Munde bis zum After werden die Nahrungsbissen durch die Einwirkung der Darmsäfte verwandelt, welche die in Wasser schwer oder gar nicht löslichen Substanzen in lösliche Modifikationen überführen oder deren feinere Verteilung in Emulsionen besorgen, damit sie zunächst vom Darmepithel resorbiert werden.

Die in der Höhle des Darmes stattfindenden Vorgänge erfuhren nun die aufklärende chemische Beleuchtung:

Während die Speise von den Zähnen gekaut wird, mischt sich reichlich abgesonderter Speichel mit ihr, erweicht und verdünnt die breiigen Bissen; zugleich verwandelt der im Speichel vorhandene Stoff — Ptyalin das in Wasser unlösliche Stärkemehl der Pflanzenkost in leicht löslichen Zucker. Die ausgiebig mit Speichel gemengte Nahrung wird in den Magen geschluckt und dort mit dem Magensafte vermengt, der während der Speisenfüllung des Magens am reichlichsten abgeschieden wird. Der Magensaft enthält eine gewisse Menge freier Salzsäure nebst Pepsin und wirkt auf die Nahrung so ein, dass sämtliche Eiweisskörper derselben, die Albumine und Albuminoide in nicht mehr gerinnende, lösliche und leicht diffundierende Produkte — Peptone verwandelt werden. Deshalb lösen sich Fleischfaserstoff, Käsestoff und Eiweiss in der pepsinhaltigen Magenflüssigkeit. Gleich-

zeitig schreitet die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker durch den herabgeflossenen Speichel fort.

Der aus dem Magen in den Mitteldarm getriebene saure Speisebrei erhält dort milchiges Aussehen — Chymus und verliert seine saure Reaktion durch den Zufluss des alkalischen Sekretes der Lieberkühnschen Drüsen, des Bauchspeichels und der Galle. Der Speisebrei enthält nun eine Mischung aller Verdauungssäfte, welche eine Art von Universallösungsmittel darstellt. Besonders wirksam ist der Bauchspeichel: er vermag Stärkemehl in Zucker zu verwandeln, aus Eiweisskörpern Pepton zu bilden und ferner das Fett in dem wässerigen Brei in ausserordentlich feine Kügelchen zu zerspalten — emulgieren, sowie in Fettsäure und Glycerin zu zerlegen. Die in der Darmwand liegenden Gefässnetze schöpfen aus dieser Lösung: die Chylusgefässe das Fett, die Blutgefässe das Wasser sowie die anderen gelösten organischen und anorganischen Stoffe. Der unlösliche und unbrauchbare Rest der Speise wird als Kot — Faeces aus dem Dickdarm entleert (beim Menschen täglich ca. 170 g [60—250 g]; diese geringe Menge beweist, wie gut der Speisebrei im Darme ausgelaugt wird).

Diese Resultate werfen auf den Kreislauf des Blutes die ergänzende chemische Beleuchtung:

Das Blut ist ein Speicher der im Darme gelösten und für den Lebensprozess zu verwertenden Stoffe. Nachdem chemische Umsetzungen in der Darmhöhle den Speisebrei assimilierbar gemacht haben, quellen an unzähligen Stellen der Darmwand die Nährlösungen in den Blut- und Lymphstrom, dieser mengt sie der vom Herzen ausstrahlenden Flut bei, welcher die Organe die Bildungsstoffe für ihren Oxydationsprozess und ihr Wachstum entnehmen. Die Blutwelle strömt zugleich über das weite Kapillarnetz der Lungenbläschen, um dort den diffundierenden Sauerstoff zu trinken. So rinnt eine mit nährenden Bestandteilen und Sauerstoffgas geschwängerte Flüssigkeit durch den Körper. Sobald sie aus den grösseren zuleitenden Gefässen in das Kapillarnetz kommt, heben begünstigt durch die geringe Schnelligkeit des Stromes chemische Veränderungen an. Durch die Wand der Kapillaren treten die gelösten Substanzen ins Organgewebe. Manche werden von allen Teilen des Tierkörpers gleichmässig, andere werden nur von einzelnen Organen aufgenommen. Die Knochen speichern phosphorsauren Kalk, die Muskeln phosphorsaure Magnesia und phosphorsaures Kali, die Sehnen und Knorpel die Natronsalze, Knochen und Zähne die Fluorverbindungen, die Blutkörperchen das Eisen, das Bindegewebe Fett, die Leber Zucker in Vorrat auf. Der Sauerstoff aber verbindet sich mit den Bestandteilen aller Organe zu einfacheren Verbindungen, die als Zersetzungsprodukte in den Blutstrom zurückkehren. Bei der rastlosen Oxydation im Kapillargebiete wird Wärme frei, dem Blute mitgeteilt und dasselbe zu einer Heizflüssigkeit gestempelt. Zugleich dringen die Endprodukte der Oxydation, Kohlensäure und Wasser, ferner andere Umsetzungsprodukte in die Blutflüssigkeit,

so dass ihre Zusammensetzung geändert, ihre hellrote Farbe verloren ist, wenn sie in die ableitende Bahn der Venen fällt. Überall werden ihm die Organtrümmer beigemischt als einem vorläufigen Reservoir, das sich ihrer entledigt, wenn es zu den drüsigen Organen kommt, welche die Ausscheidung bestimmter Stoffe besorgen. Der Körper kann mehrere Tage wohl der Nahrung entraten; sobald aber die Drüsenthätigkeit versagt, wird das Blut mit schädlichen Stoffen überfüllt, die die Organe vergiften.

Die Prozesse verlaufen nicht überall mit der gleichen Intensität. Der Nahrungs- und Sauerstoffhunger der einzelnen Organe ist sowohl an und für sich, als auch in verschiedenen Perioden verschieden. Er bestimmt natürlich die Wirkung, welche der Blutstrom zu verschiedenen Zeiten in einem Organe ausübt und wie stark er selbst von jener beeinflusst wird. Abhängig von der Lage vermögen nicht alle Teile gleich viel Wärme zu bilden, die oberflächlich gelegenen Bezirke verlieren durch Strahlung mehr Wärme, als innere, welche einen Überschuss produzieren. Den zur Erhaltung gleichmässiger Temperatur ungünstig liegenden Organen führt das Blut fortwährend neue Wärme zu und gleicht die Temperaturdifferenzen einigermassen aus. Unzählige Saugadern führen die in die Gewebe diffundierte und nicht weiter ausgenützte Blutflüssigkeit als Lymphe wieder in das allgemeine Bett zurück.

So flutet das Blut zwischen den Organen dahin, allseitig belebend und vermittelnd und spiegelt durch seine stetige Veränderung die innigen korrelativen Beziehungen aller Körperregionen. Es ist nicht derselbe Saft, der gleichzeitig entfernte Teile umspült. Auf jedem Schritte der Bahn genügt er anderen Wechselwirkungen. Wie seine Schnelligkeit innerhalb weiter Grenzen schwankt, ist seine chemische Beschaffenheit, sein Gehalt an Nährstoffen, Sauerstoff, Zersetzungsprodukten, Kohlensäure und Wasser, seine Wärme verschieden und zwar in desto höherem Grade, je lebhafter gerade die Thätigkeit dieses oder jenes Körperorganes ist. Obwohl viele Stellen dem Blute gewisse Mengen seiner Bestandteile rauben, erhält sich doch das relative Mischungsverhältnis annähernd auf gleicher Höhe. Die exakte Untersuchung hat von all den Veränderungen vorderhand nur Mittelwerte festgestellt, welche man nicht als feststehend betrachten darf. Vom ersten Herzschlage bis zum Tode dauern in dem einheitlichen geschlossenen Rohrnetze die rastlosen Veränderungen des Blutstromes.

So erweist die chemische Untersuchung, dass die Eigenschaft der Beweglichkeit, welche ein charakteristisches Merkmal aller Lebewesen darstellt, auch dem scheinbar unveränderlichen Baustoffe derselben, der lebenden Substanz zukommt. Die Ruhelosigkeit der Stoffteilchen zeichnet auch sie aus und der ganze Lebensvorgang spielt als ein ewiger Wechsel von gesetzmässig sich ablösenden Vorgängen auf der unablässig erneuten materiellen Grundlage des lebenden Körpers.

VII.

Die histologischen Kenntnisse.

Non arctandus est mundus in angustias intellectus, sed expandendus intellectus ad mundi imaginem recipiendam, qualis invenitur.
Baco.

Die im vorigen Jahrhunderte unterschiedenen Baumaterialien des Tierkörpers (vergl. Kap. V.) sind nicht die einfachsten Formelemente desselben. Schon damals zeigte das Mikroskop scharfsichtigen Beobachtern noch feinere Strukturen, jedoch zu unklar, als dass sie dieselben wirklich verstehen konnten und unterstützte die durch philosophische Lehren hervorgerufene Meinung, dass es ganz zarte Elementarbestandteile gebe.

Da die Zusammensetzung des Bindegewebes aus Faserbündeln allen mit dem Mikroskop arbeitenden Forschern bekannt war, wurde in rascher Verallgemeinerung angenommen, *alle Körperteile seien aus feinen Fasern (dem Zellgewebe, Bichat 1803) aufgebaut*, trotzdem Kasp. Fr. Wolff bereits 1759 festgestellt hatte, dass die Fasern nicht das einfachste Formelement sind. Wolff, welcher die Analyse auf ganz frische Entwickelungsstadien des Hühnchens ausgedehnt hatte, fand, dass jegliche Organbildung durch das Auftreten von Bläschen oder Kügelchen bezeichnet ist und dass die Fasern viel später erscheinen.

Diese Ansicht hat sich als richtig bewährt: Die Fasern des tierischen Körpers, welcher Beschaffenheit sie auch sein mögen, bilden sich aus kleinen, einfachen Massenteilen lebender Substanz, den Zellen allmählich heraus. Die Zellen sind das gemeinsame architektonische Grundelement des Tierkörpers; jede Formbildung im Tierreiche wird von Zellen angeregt und zu Ende geführt.

Zellen (Fig. 56) sind kleine Klümpchen (Zellenleib) der Protoplasma genannten zähflüssigen lebenden Substanz; sie schliessen ein sphärisches Bläschen — Zellkern, Nucleus ein und werden manchmal von einer peripheren mehr oder weniger dicken Schichte — Zellmembran umhüllt.

Das Protoplasma ist ein körniges Gemenge verschiedener organischer Verbindungen, insbesondere von Proteinkörpern, seine Konsistenz schwankt zwischen weiten Grenzen: bald ist es tropfbar-gallertig, bald zähflüssig, bald konsistent. Es ist stärker lichtbrechend als Wasser und zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass es kontraktil ist, sich bewegen und seine Form selbständig ändern kann. Das Plasma des Zellenleibes besitzt trotz seines geringen Volumens einen höchst komplizierten wabenartigen Bau. Stets ist eine dichtere Substanz — Spongioplasma, die aus kleinen Körnchen oder Fibrillen besteht, als maschenartiges Gerüstwerk von besonderer stereometrischer Ordnung im Zellenleibe zu erkennen und in den Wabenräumen desselben — Vakuolen steht ein flüssiger Saft — Chylema. Deshalb sind

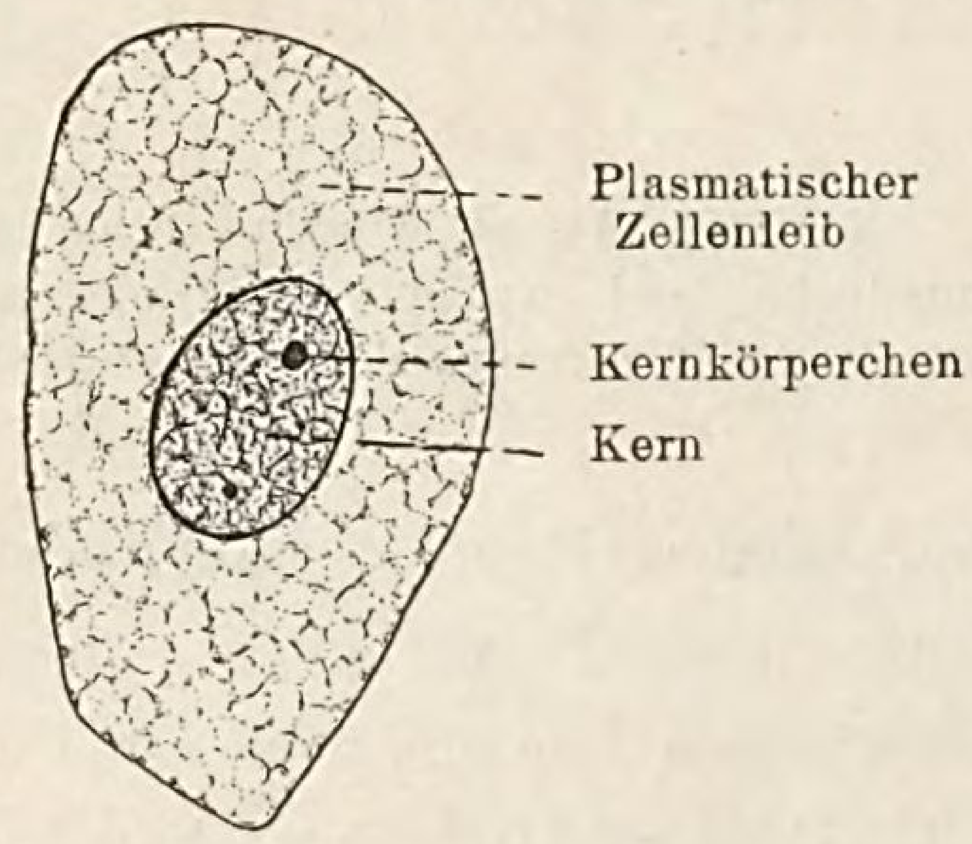


Fig. 56.
Zelle einer Talgdrüse des Menschen. 820 mal vergr.
Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

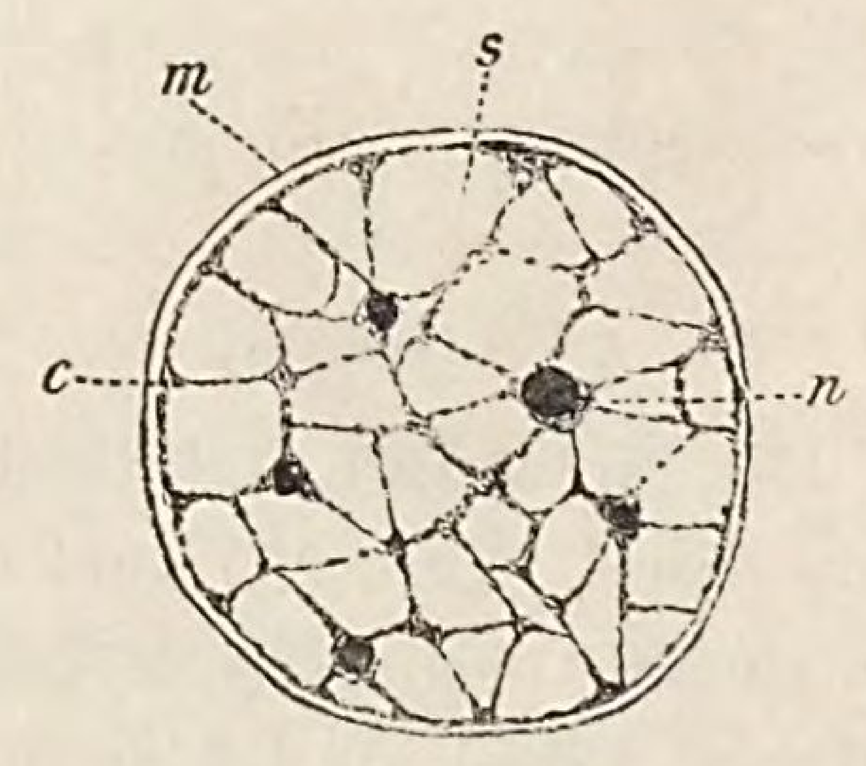


Fig. 57.
Schematische Abbildung eines Zellkernes. Nach Bergh (Zelle).
c chromatisches Fadennetz, *m* Kernmembran, *n* Kernkörperchen, *s* helle vom Kernsaft erfüllte Räume.

Zellen kompressible und elastisch in die Ruhelage zurückkehrende Bauelemente.

Die Zellen besitzen die Fähigkeit der selbständigen Bewegung, der Veränderung ihres Wabengerüstes, der Ernährung, des Wachstums und der Erzeugung gleichartiger Zellen; sie reagieren auf mechanische und chemische Reize, auf Wärme, Licht, Elektrizität, nehmen selbständig Stoffe auf und scheiden andere ab.

Das Kernbläschen (Fig. 57) birgt ein Maschenwerk feiner durch Farbstoffe nachweisbarer Fäden — Kernfäden, Chromosomen. Neben dem Kerne liegt als Organ der Teilung stets ein kleines Kügelchen — Centrosoma im Hofe einer strahlig geordneten Substanz — Archoplasma.

Die Zellen werden am klarsten im unreifen Embryo erkannt, wo die Anlagen aller Organe aus Zellen bestehen und entweder in wenig Schichten zu Häuten oder dicht gedrängt zu Strängen, bezw. soliden Haufen geordnet sind. Mit der Reifung der Organe ändern die Zellen ihre Form und lassen die typische Anlage schwerer erkennen. Das stilistische Urteil über die Körpergewebe kann sich deshalb nur auf die Entwickelung derselben gründen.

Da die Analyse des Körpers stets auf die Zellen als alleinigen Baustein und einzigen Ausgangspunkt tierischen Lebens zurückführt, wollen wir

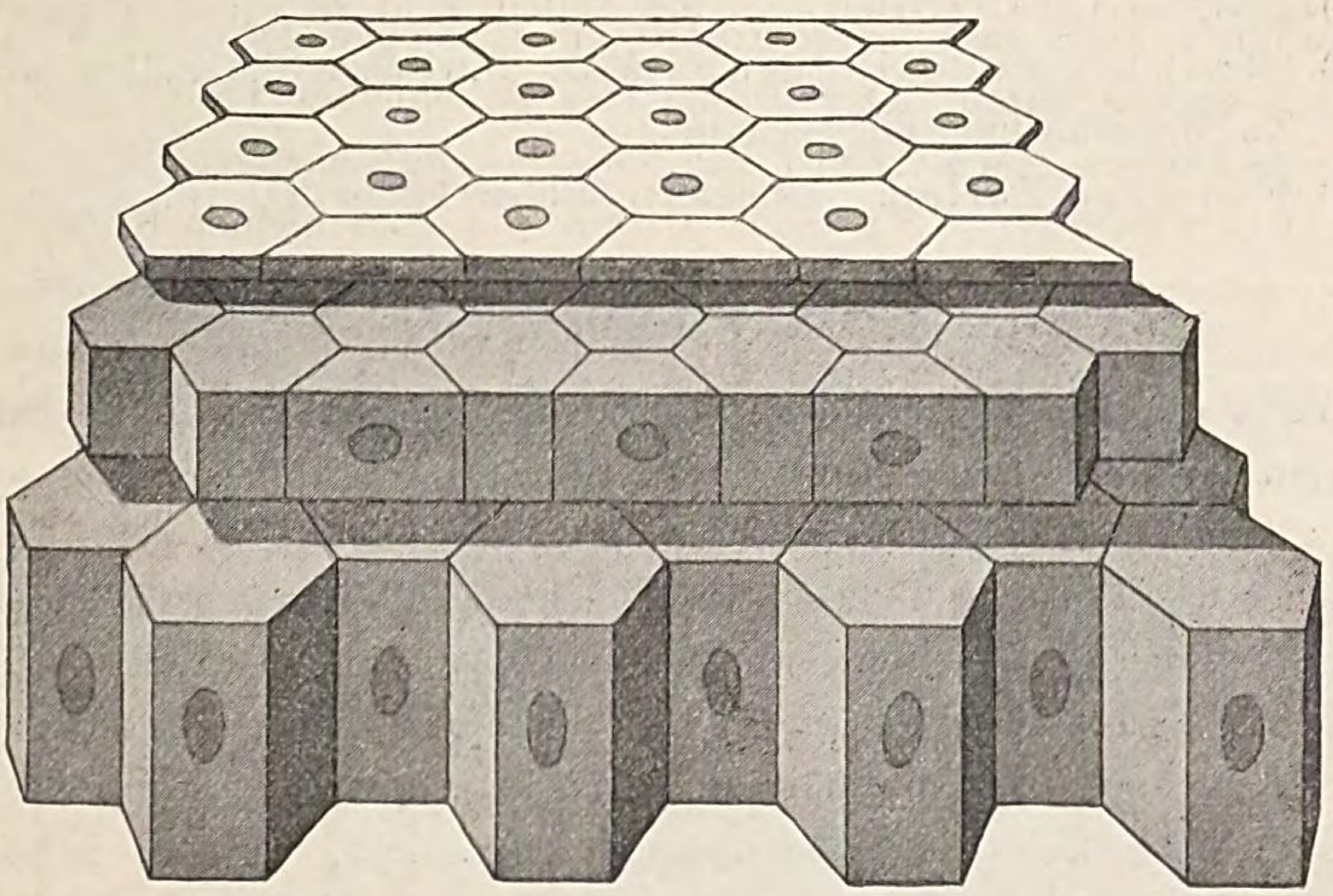


Fig. 58.
Schematische Darstellung eines ungleichförmig mehrschichtigen Epitheles. Unten stehen Cylinderzellen, in der mittleren Zone kubische Zellen, oben liegen platte Zellen.

zuerst die Morphologie der Zellen selbst betrachten. Ihre wechselnden Gestalten lassen sich auf drei Grundformen beziehen:

I. Der Zellenleib ist sphärisch: kugelige, ellipsoidische Zellen (Fig. 39).

II. Der Zellenleib ist prismatisch (Fig. 58).

a) Cylindrische Zellen. Die Seitenflächen — Stossfläche sind länger als die Grundflächen — Lagerfläche.

b) Kubische Zellen. Die Stossflächen sind ebenso gross als die Lagerflächen.

c) Platte Zellen. Die Stossflächen sind bedeutend kürzer als die Grundflächen.

III. Der Zellenleib ist unregelmässig sternförmig und besitzt dünne Ausläufer.

a) Verästelte Zellen mit unbeweglichen Fortsätzen (Fig. 59).

b) Amöboide Zellen mit beweglichen Fortsätzen. Lage und Form der Ausläufer — Pseudopodien ändert sich häufig und leicht (Fig. 40).

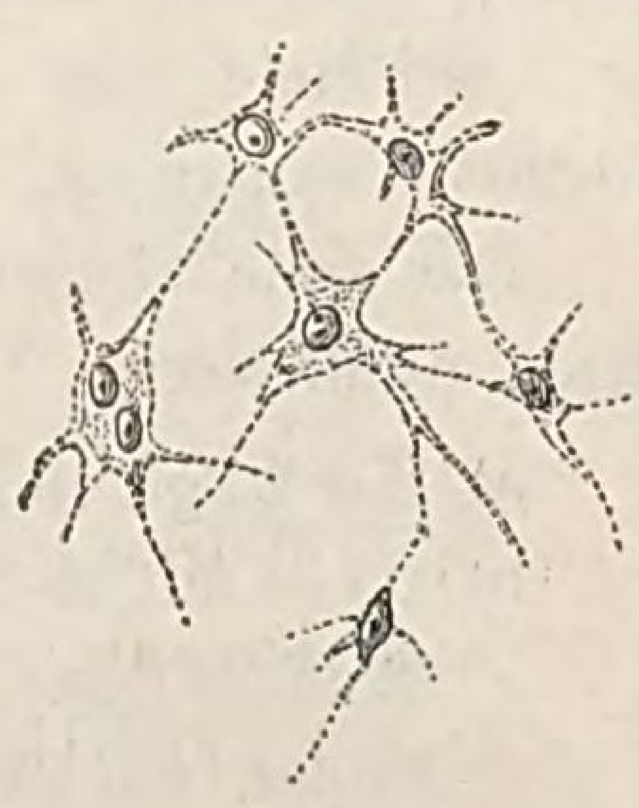


Fig. 59.
Verästelte Zellen im Gallertgewebe. Nach Frey (Histologie).

Die Zellen treten ausserordentlich selten selbständig auf, z. B. die Zellen des Blutes und der geschlechtlichen Keimorgane. Meist schliessen sie grössere Vereine, die Gewebe genannt werden, und vermögen nur in einer

solchen Genossenschaft Leben und Thätigkeit zu entfalten. Die Einzelelemente sind hier in ganz bestimmter Weise zu einander gestellt.

Man kann drei Hauptgruppen der Zellenordnung unterscheiden:

a) Epitheliale Ordnung, die Zellen sind reihenweise geschichtet.

b) Struktur der Bindesubstanz. Zwischen die Zellen wird eine Zwischensubstanz eingeschaltet.

c) Faserige Zellen. Dieselben bilden lange Fasern.

A. Das Epithelgewebe.

Wenn die Stossflächen der Zellen einer Schicht sich dicht berühren, nennt man ihre Anordnung epithelial (Fig. 58) und unterscheidet cylindrisches (Fig. 60), kubisches (Fig. 58), plattes (Fig. 61) Epithel. Die Glieder desselben sind durch Rauhigkeit der Berührungsflächen (Zähne, Riffe und Furchen) und durch Kittsubstanz fest verbunden. Oft sind mehrere Zelllagen über einander (Fig. 58, 62, 63) gehäuft als ein mehrschichtiges Epithel. Je nach der Rhythmik der Schichten, wenn die Form der Einzelelemente in allen Schichten übereinstimmt oder nicht, wird gleichförmig (Fig. 62) und ungleichförmig geschichtetes Epithel (Fig. 58, 63) unterschieden. Die Zellform kann darin variieren entweder im Niveau ganzer Schichten, z. B. höhere platte und tiefere kubische und cylindrische Epithellagen (Fig. 63), oder in beschränkten Arealen einer ausgedehnten Schichte (Fig. 64). Die Epithelien bilden niemals ideal reguläre Schichten, wie sie Figur 58, 62 zeigt, sondern sind verschoben und zinkenförmig verkeilt (Fig. 63, 64). Auch stimmen sie niemals ganz überein, einzelne werden unregelmässig (polygonal) oder rundlich (Becherzellen), andere ziehen sich schlauch- oder birnförmig aus (Drüsenzellen) und können so über die zugehörige Schichte hinausragen.

Die freie Spiegelfläche der Epithelzellen wird durch mancherlei Bildungen nuanciert:

a) Sie trägt einen gestreiften Saum (Darmepithel) (Fig. 65),

b) sie ist mit vielen beweglichen Flimmerhaaren besetzt, die in gleicher Reihenfolge, Richtung und gleichem Rhythmus schlagen, bald langsamer, bald rascher. Sie sind sehr verbreitet in Organen, wo Flüssigkeit bewegt werden soll (Fig. 66),

c) sie trägt einen langen beweglichen Fortsatz — Geisselhaar (Fig. 67),

d) sie wird bedeckt von einer widerstandskräftigen dünnen oder dicken Schutzdecke — Cuticula (Fig. 68),

e) sie trägt kutikulare Fortsätze, wie starre Haare, Borsten, Stäbchen, z. B. die Epithelzellen der Sinnesorgane,

f) sie vermag amöboide Fortsätze auszustrecken, z. B. Darmepithel niederer wirbelloser Tiere.

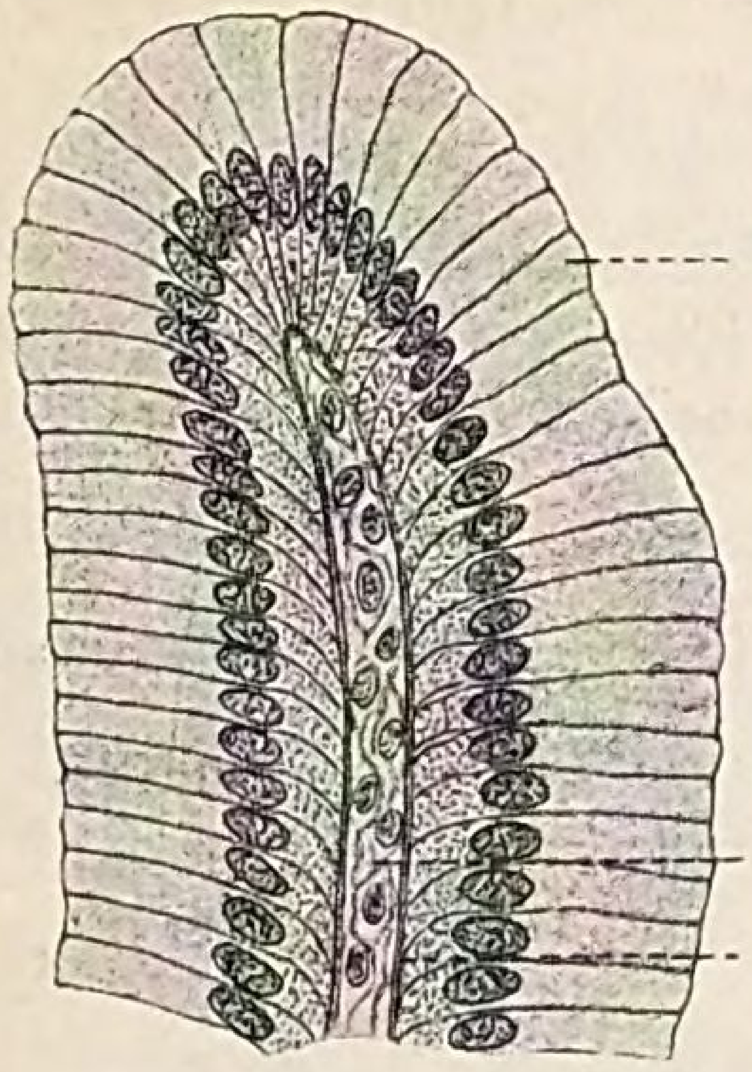


Fig. 60.
Einschichtiges Cylinderepithel im menschlichen Magen. 700 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

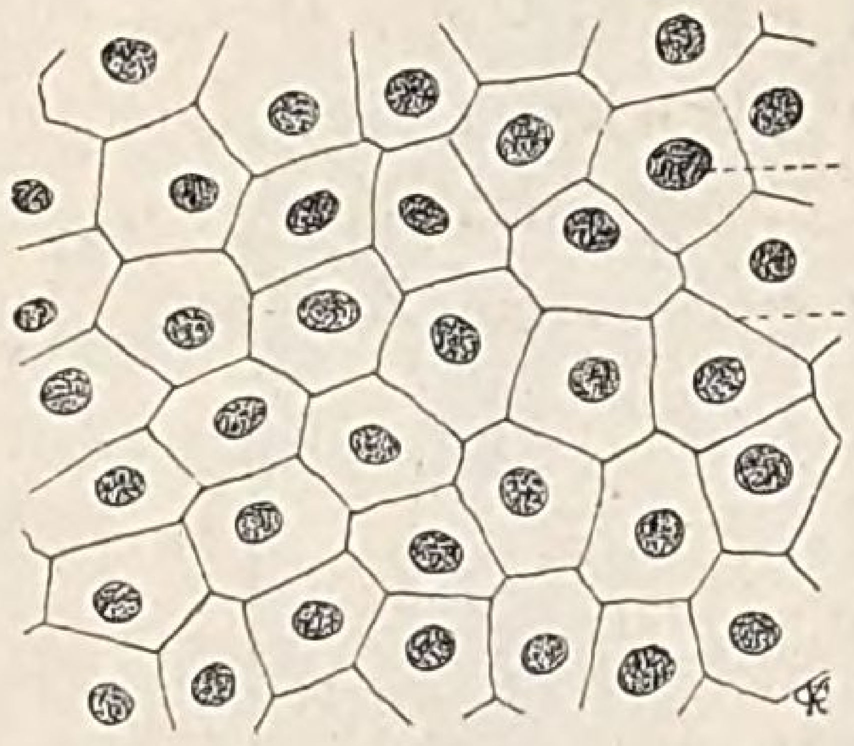


Fig. 61.
Einschichtiges Plattenepithel von der Froschhaut. 400 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

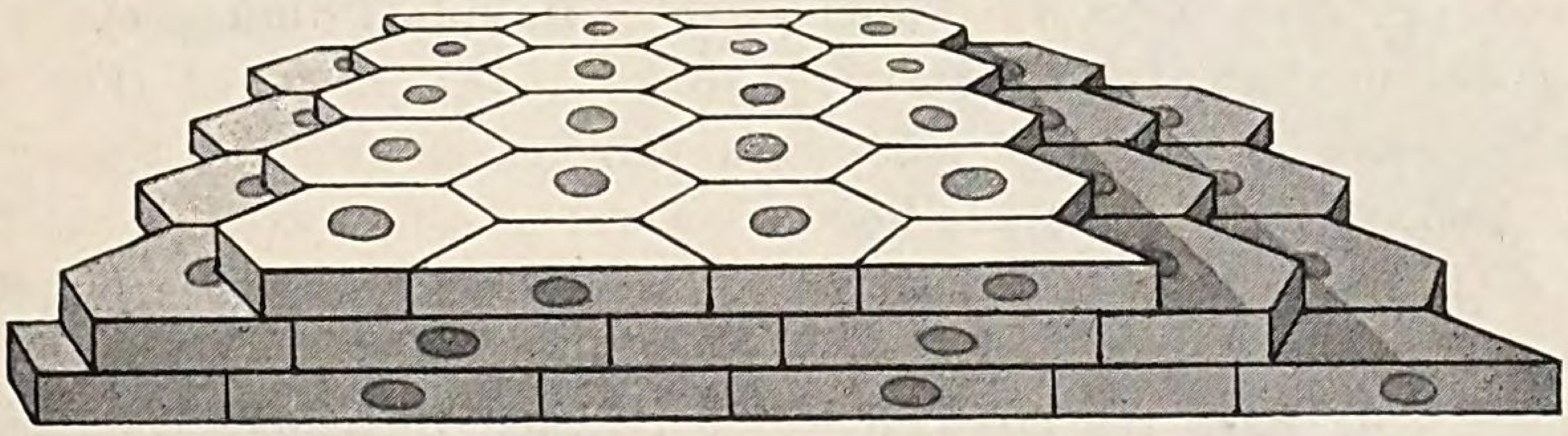


Fig. 62.
Gleichförmig mehrschichtiges Plattenepithel.

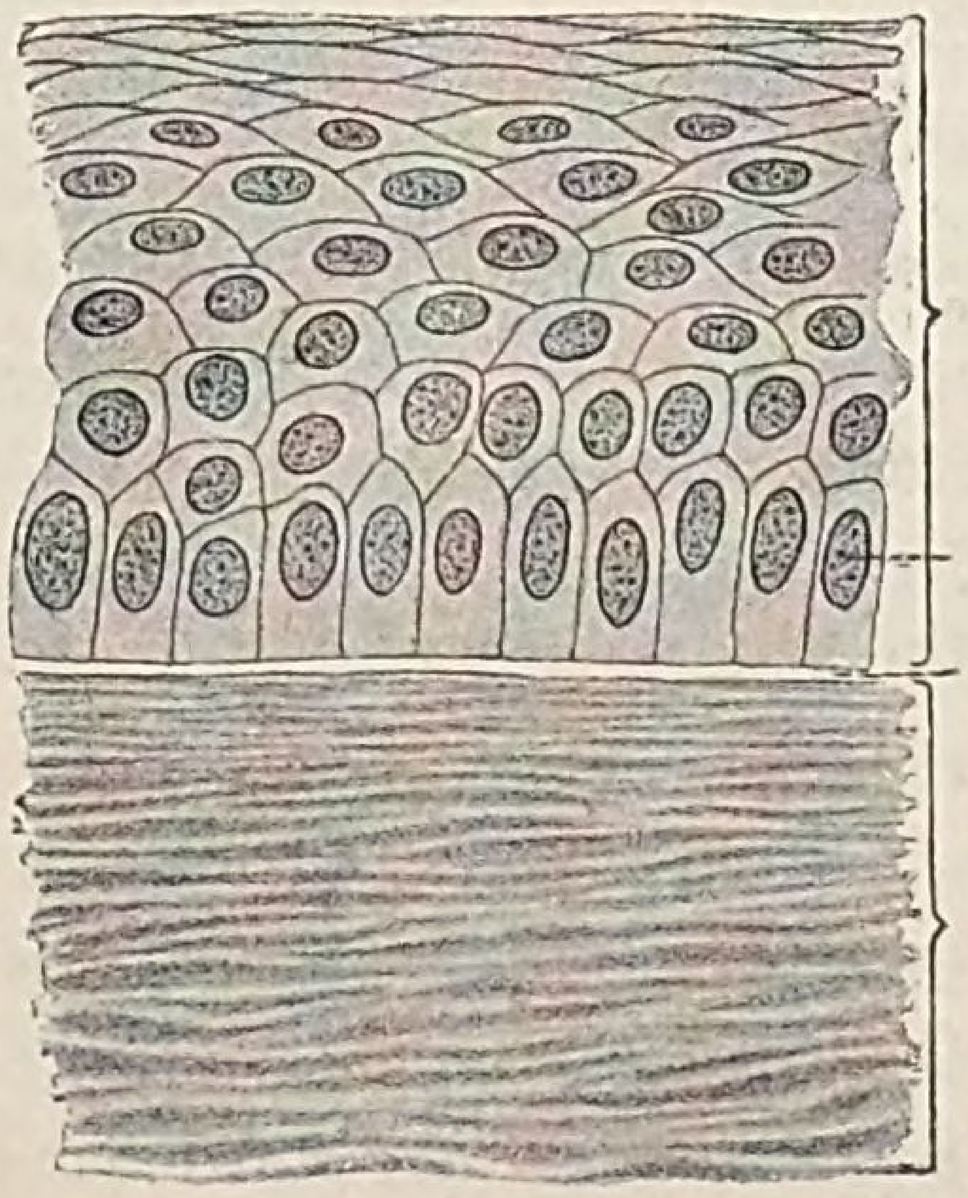


Fig. 63.
Schnitt durch die menschliche Hornhaut. 500 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

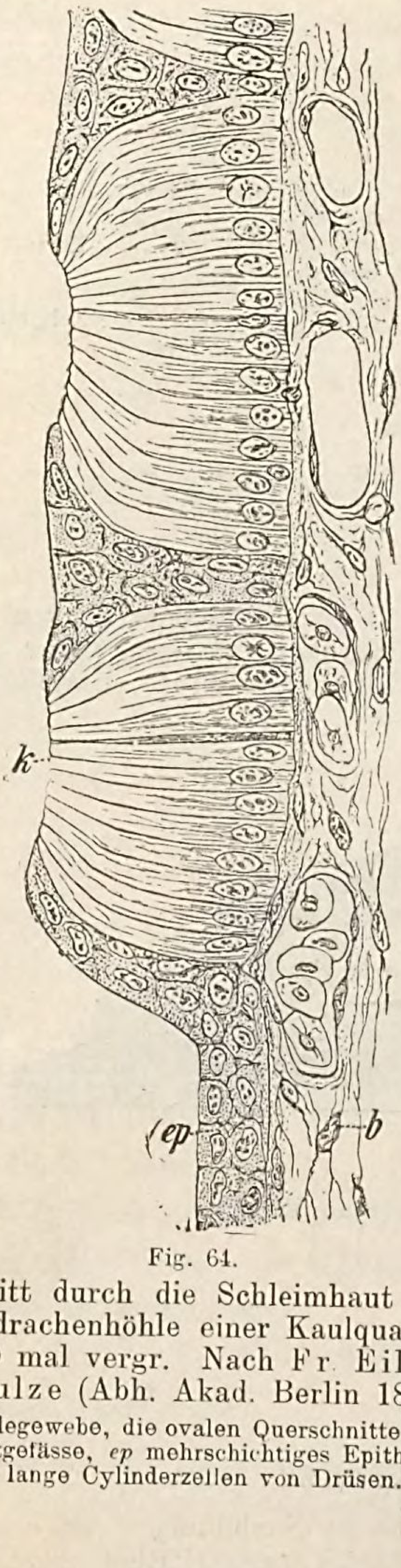


Fig. 64.
Schnitt durch die Schleimhaut der Mundrachenhöhle einer Kaulquappe. 400 mal vergr. Nach Fr. Eilh. Schulze (Abh. Akad. Berlin 1888).

b Bindegewebe, die ovalen Querschnitte sind Blutgefässe, *ep* mehrschichtiges Epithel, *k* lange Cylinderzellen von Drüsen.

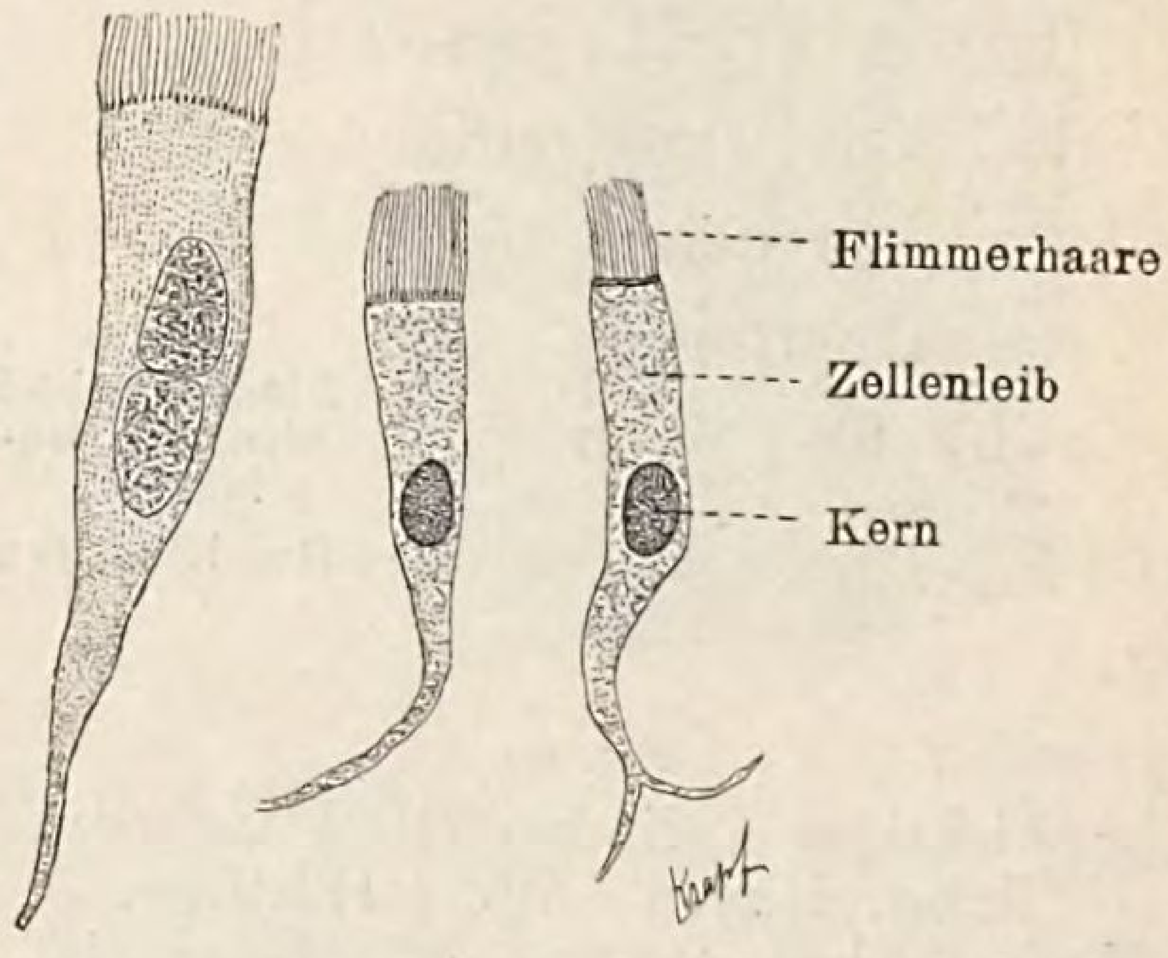


Fig. 66.
Flimmerzellen aus dem Bronchus des Hundes. Linke Zelle mit zwei Kernen. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

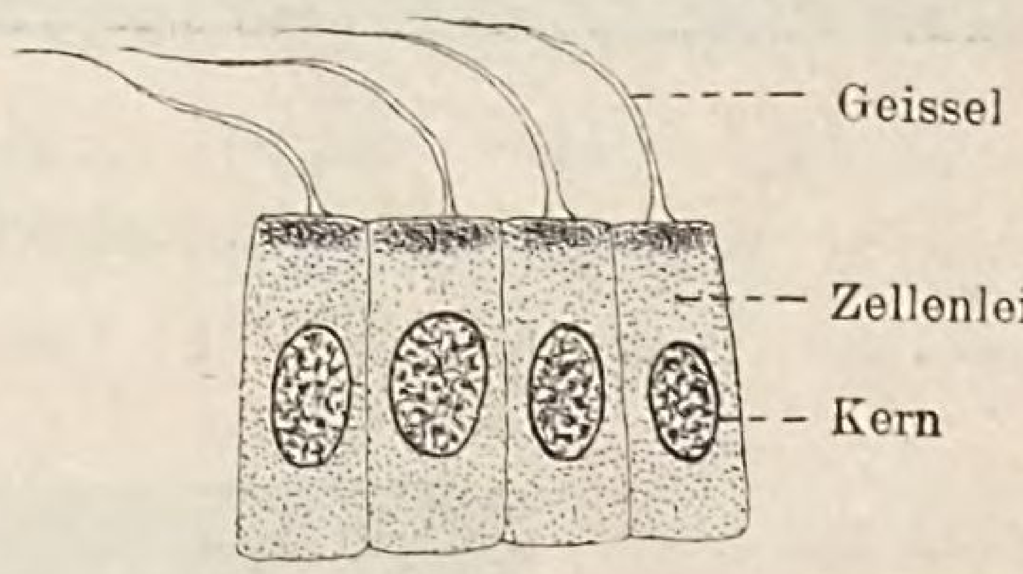


Fig. 67.
Geisselzellen aus der Urniere des Flussneunauges. 1200 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

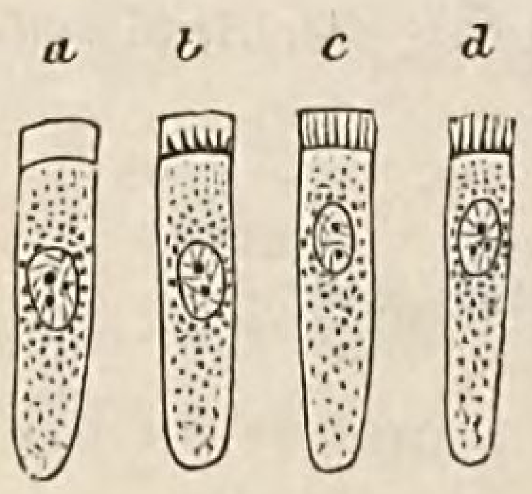


Fig. 65.
Cylinderepithelzellen mit gestreiftem Saume aus dem Darm eines Säugetieres. Nach Bergh (Zelle).

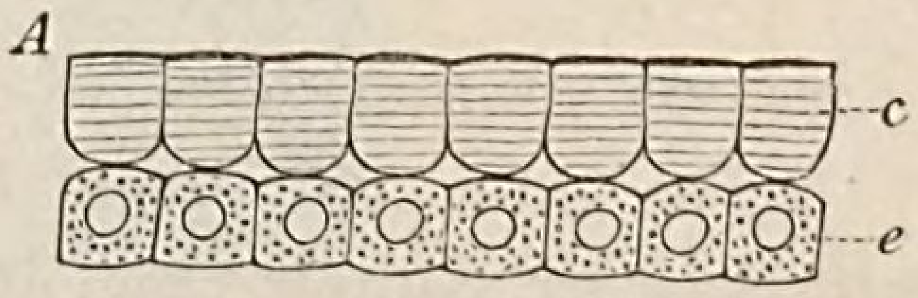


Fig. 68.
Kubisches Epithel (*e*) mit Cuticula (*c*) in der Haut der Insekten. Schematisch nach Bergh (Zelle).

B. Das Bindegewebe.

Die Scharung der Zellen liefert kompliziertere Gewebe, wenn durch Abscheidung auf der gesamten Oberfläche jeder Epithelzelle oder durch Umwandlung der äusseren Plasmaschichten jeder Zelle eine Zwischensubstanz — Intercellularsubstanz, Grundsubstanz gebildet wird, welche die Zellen weiter von einander drängt und den epithelialen Zusammenschluss stört. Man nennt diesen Verband, der überall da erscheint, wo Stütze und Festigkeit erfordert wird, Bindesubstanzgewebe oder kurzweg Bindegewebe und unterscheidet vier Stiltypen.

a) Bindegewebe.

Die Zwischensubstanz zerfällt in Fasern — Fibrillen, die oft sehr zahlreich auftreten und die runden — abgeplatteten, — spindelförmigen — verästelten Bildungszellen — Bindegewebskörperchen zu-

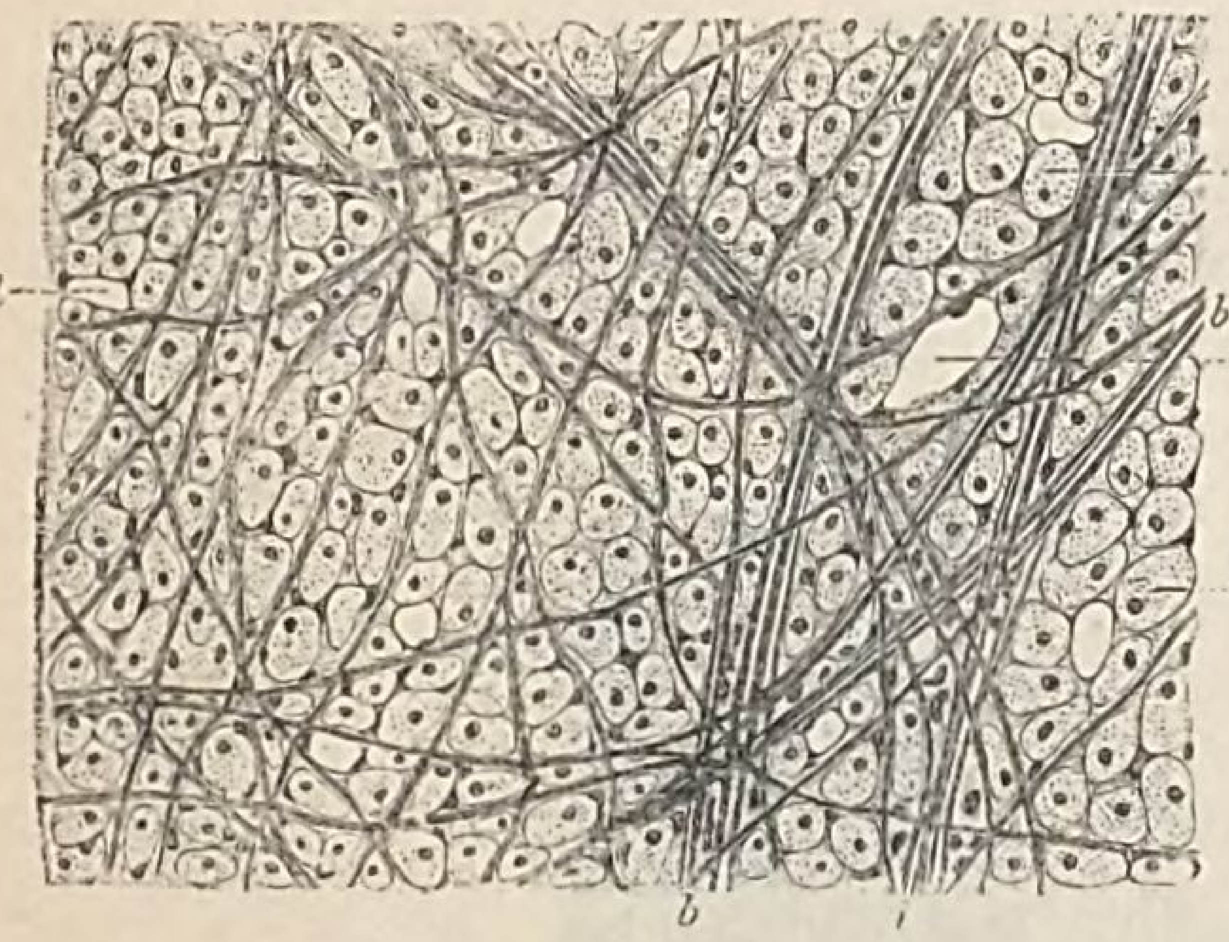


Fig. 69.
Bindegewebe aus dem Körper einer Weinbergsschnecke mit wenig Fasern. Nach J. Brock (Zeitschr. f. wiss. Zool. 39).
b Fibrillen, *c* Bindegewebszellen, *d* Bluträume.

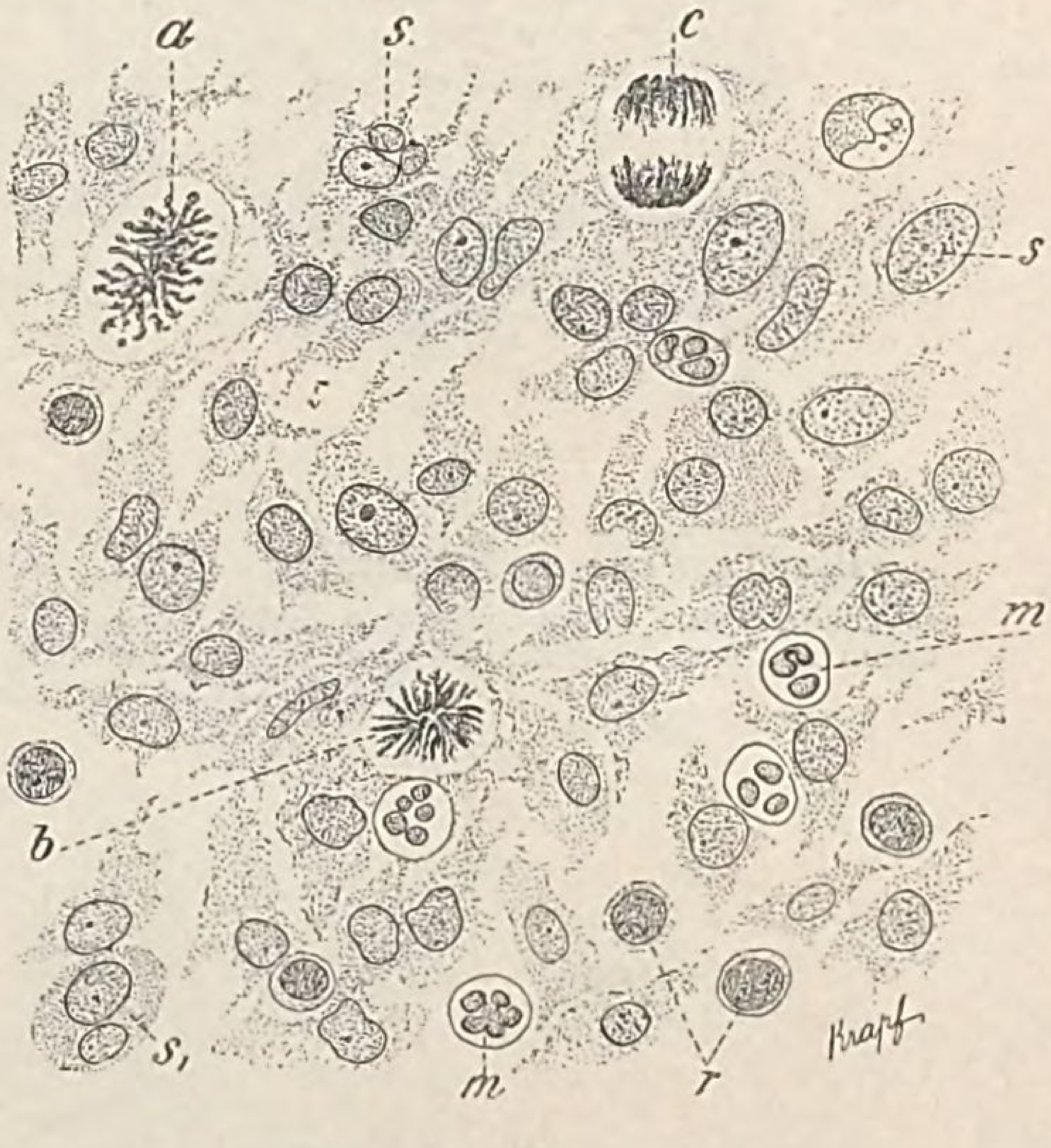


Fig. 70.
Bindegewebe in Neubildung. 500 mal vergr. Nach Schmaus (Pathol. Anat.).
a, *b*, *c* Bindegewebszellen in Teilung, *a* Knäuel, *b* Monaster, *c* Diaster, *s* grosse spindelförmige, sternförmige und runde Zellen, *r* kleine runde Zellen, *m* Zellen mit fragmentierten Kernen.

rückdrängen (Fig. 69, 70, 71). Die Fibrillen sind äusserst feine Fäden, weich, biegsam, wenig dehnbar; sie verlaufen wellig (Fig. 28) oder straff in regelmässigen parallelen Zügen, oder sie durchkreuzen und verflechten sich in mannigfaltiger Richtung (Fig. 29), liegen locker in weitem Abstande oder drängen sich dicht zusammen (vergl. p. 79). Sie quellen beim Zusatze von Säuren und Alkalien und geben beim Kochen Leim — Glutin. In der Zwischensubstanz des Bindegewebes entstehen auch elastische Fasern (Fig.

30). Sie sind nie in Bündel geschart, sondern ziehen vereinzelt oder in anastomosierenden Fasernetzen (Fig. 30) und geben beim Kochen keinen Leim. Je nach dem Bedürfnisse erscheint das Bindegewebe modifiziert:

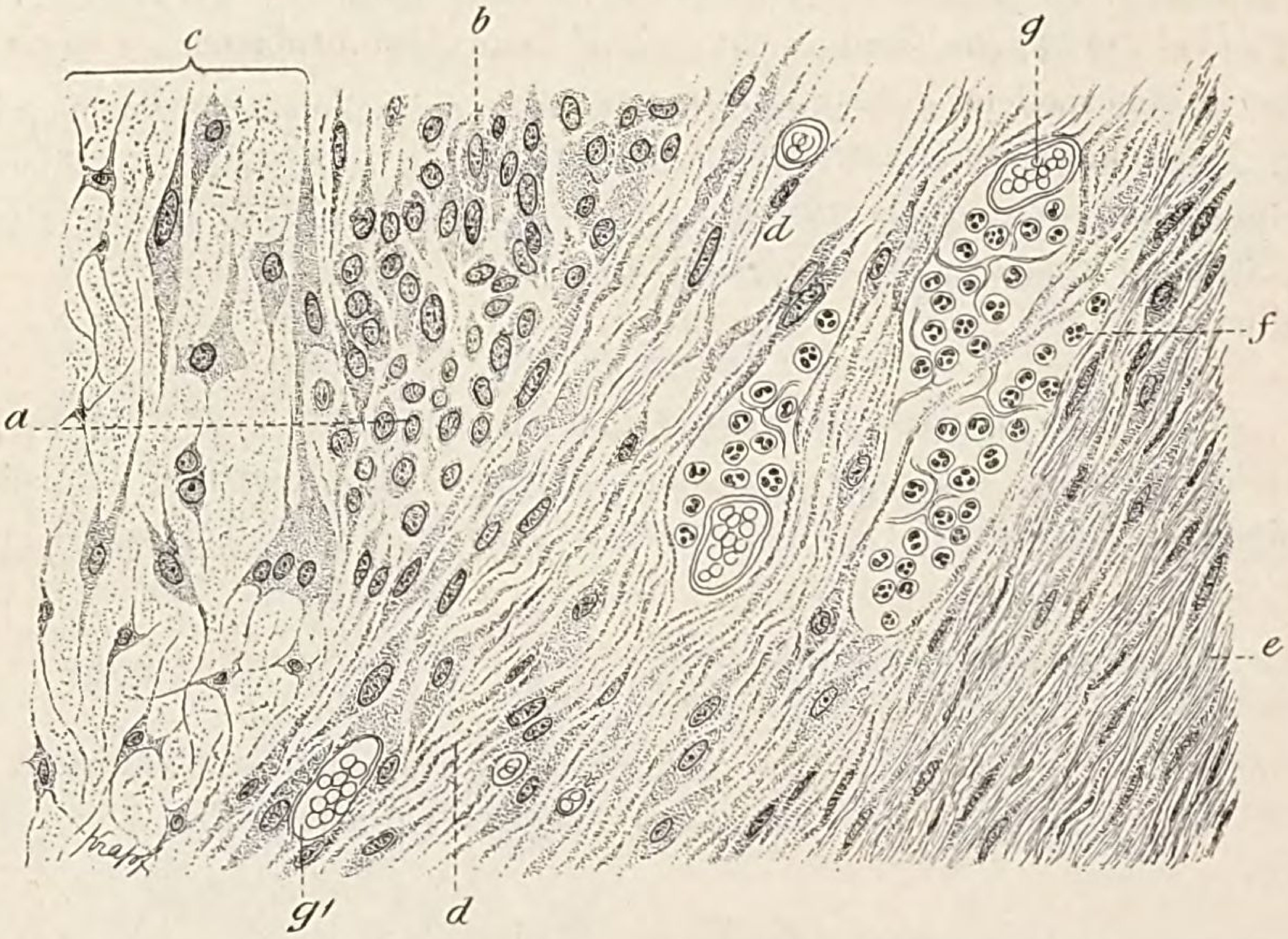


Fig. 71.
Bindegewebe in Neubildung. 250 mal verg. Nach Schmaus (Pathol. Anat.).
a runde Zellen, *b* spindelförmige Zellen, *c* sternförmige Zellen in körniger Grundsubstanz, *d* Fibrillen neben den spindelförmigen Zellen, *e* Zone zahlreicher Fibrillen, welche die Bildungszellen zurückdrängen, *f* Haufen weisser Blutkörperchen, *g*, g^1 Blutgefässe.

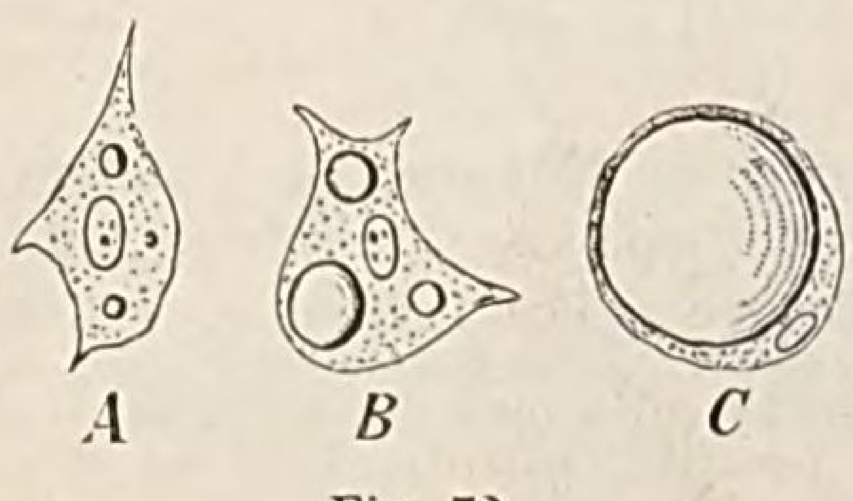


Fig. 72.
Bindegewebszellen, welche Fetttropfen aufspeichern. Nach Boas (Lehrb. der Zoologie).
Fetttropfen scharf konturiert. Zellkerne zart.



Fig. 73.
Schnitt durch hyalinen Knorpel in der Luftröhre der Katze.
Grundsubstanz schraffiert, Zellen dunkel, Kern schwarz.

a) Gallertgewebe: Durchsichtige, sehr wasserreiche, leicht zusammendrückbare weiche Fibrillennetze.
b) Schleierartige Membranen mit streifigen Fasern.
c) Fibrilläres Gewebe: Massige Stränge, parallel ziehend oder stark verfilzt.

Bindegewebszellen speichern in ihrem Leibe oft Fetttropfen oder Farbstoffe auf und werden dann Fettzellen (Fig. 73) bezw. Pigmentzellen genannt.

b) Knorpelgewebe.

Die weissliche und leicht schneidbare Grundsubstanz, welche beim Kochen Knorpelleim liefert, ist so reichlich entwickelt, dass auf einem Querschnitte die rundlichen vereinzelt oder in Gruppen von zwei bis vier gestellten Zellen (Fig. 74) wie ihr eingestreute Inseln erscheinen:

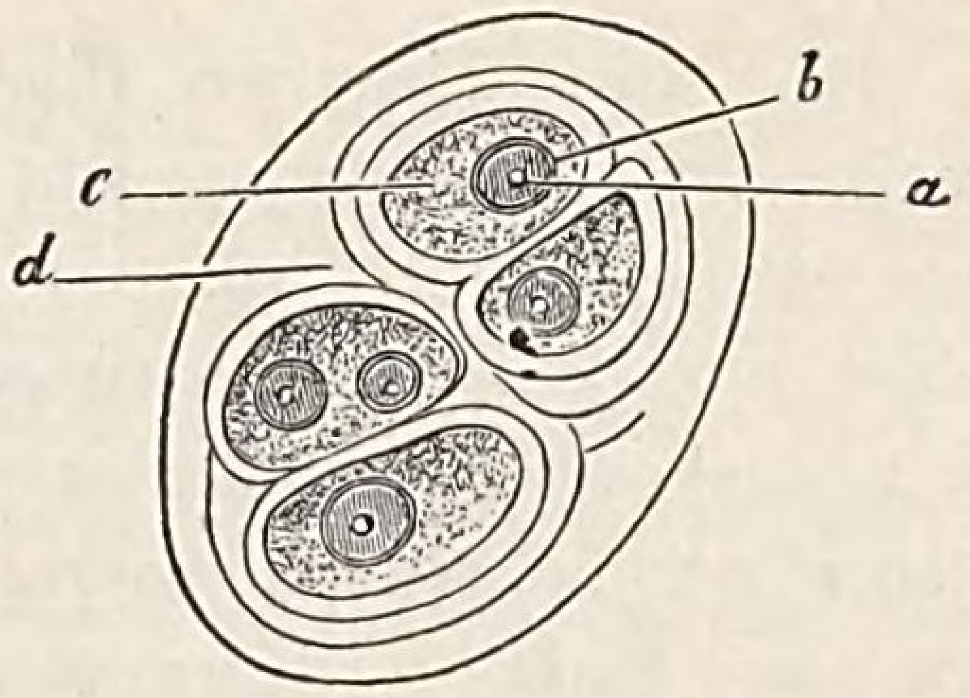


Fig. 74.
Knorpelzellen aus dem Fersenbein eines Hundeembryos. Nach Ranvier.
a Kernkörperchen, *b* Kern, *c* Zellenleib, *d* Mantel von Knorpelgrundsubstanz.

a) hyaliner Knorpel. Grundsubstanz gleichartig und durchsichtig (Fig. 73).
b) Faserknorpel. Durch die Grundsubstanz sind parallelfaserige Bindegewebszüge gespannt.
c) Netzknorpel, gelblich undurchsichtig. In der Grundsubstanz liegen Netze einfacher oder verästelter elastischer Fasern (Fig. 75).

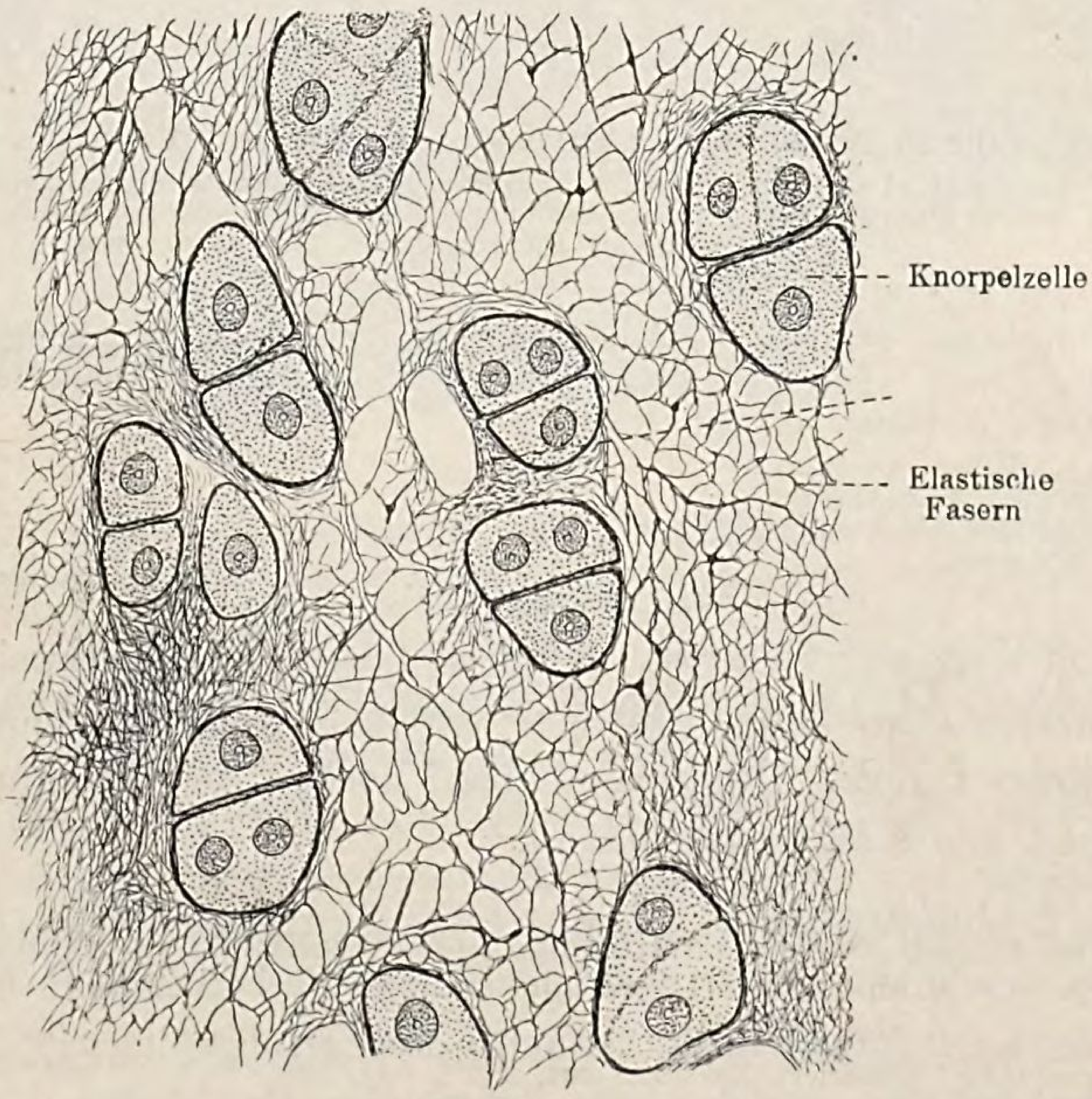


Fig. 75.
Elastischer Netzknorpel in der menschlichen Ohrmuschel. 770 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

In höherem Lebensalter wird der Knorpelgrundsubstanz kohlensaurer Kalk als Kruste der Knorpelzellen eingelagert und der Knorpel spröde.

Alle knorpeligen Teile des Tierkörpers werden von faserigen Bindegewebslagen — Knorpelhaut, Perichondrium umhüllt, in welchen die ernährenden Gefässe verlaufen; die Knorpelsubstanz selbst durchziehen nur vereinzelte Gefässe.

c) Knochen.

Eine dritte Abart der Bindesubstanz stellt das harte starre Knochengewebe dar. Dasselbe entsteht aus verzweigten Bindegewebszellen (Fig. 76), welche die Adventitia (p. 82) der Blutgefässe umhüllen. Jede derselben scheidet um sich eine sphärische Schale einer weich elastischen, biegsamen und leimgebenden Grundsubstanz — Knochenknorpel aus, in welche kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk abgelagert wird, so dass dadurch eine dichte feste Masse — Knochensubstanz, recht geeignet für den Aufbau des Skeletes gebildet wird. Die Zusammensetzung des Knochens aus Knochen-

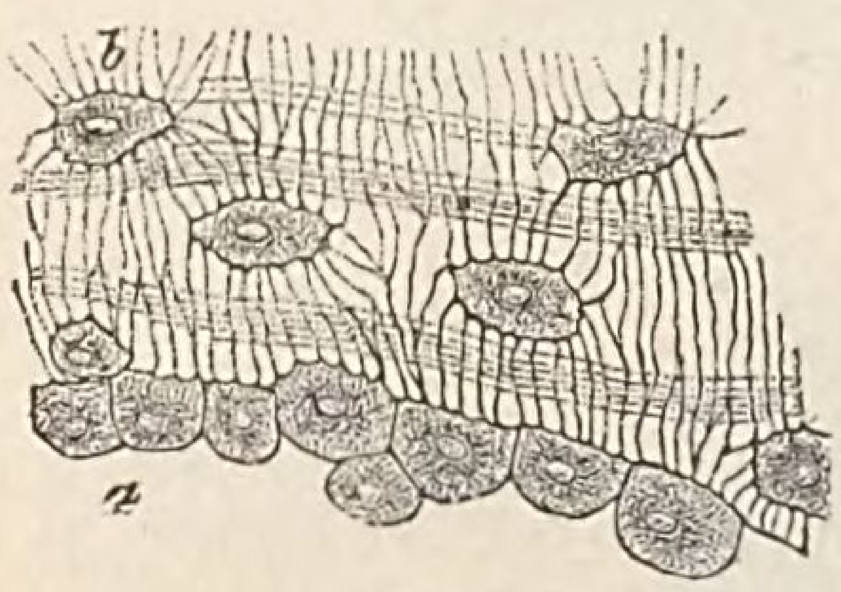


Fig. 76.
Stück aus der Zone der Knochenbildung. Nach Gegenbaur (Anat. d. Mensch.).
a Osteoblasten, Zellen, welche bald verknöchern werden, *b* Knochenzellen in der bereits fertigen Knochengrundsubstanz.

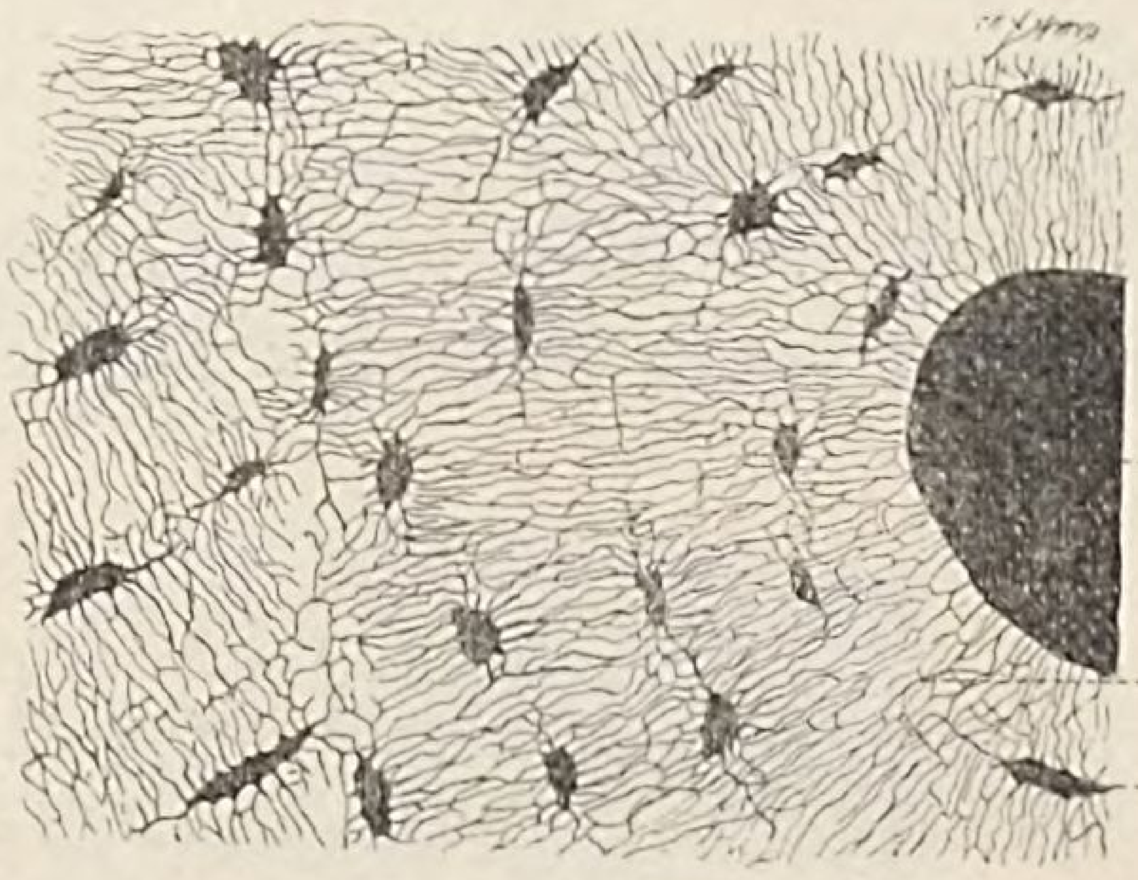


Fig. 77.
Aus einem Querschliff durch den menschlichen Oberschenkel. 400 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

knorpel und Kalksalzen lässt sich durch einfache Versuche erweisen. Behandelt man Knochen mit verdünnten Säuren, so werden die Kalksalze gelöst, der Knochenknorpel bleibt zurück. Glüht man aber Knochen, so verbrennt der Knochenknorpel und das Kalkgerüste dauert.

Die Bildungszellen — Knochenzellen, Osteoblasten, liegen im Innern der von ihnen selbst gebildeten Knochenschale (die Höhlung derselben wird Knochenkörperchen genannt) und senden in den Knochenmantel zahlreiche Ausläufer, welche feine kanalartige Hohlräume des letzteren ausfüllen (Fig. 77) und Verbindungswege zwischen den Knochenzellen zum Austausche von Stoffen bilden. Der Anteil, welchen die einzelne Knochenzelle an der Bildung der Grundsubstanz hat, bleibt im Gegensatze zu anderen Bindesubstanzen im fertigen Knochengewebe kenntlich, weil nur die Stoss-

flächen der in einer Schichte liegenden Knochenmäntel der Zellen verschmelzen und auf diese Weise dünne Knochenlamellen bilden.

Da die Osteoblasten in konzentrischen Schichten der äusseren Wand von Blutgefässen aufgelagert sind, treten die Knochenlamellen meist in Gestalt eines Cylindermantels auf. Immer umschliessen vier bis sechs konzentrische Knochenlamellen ein Gefäss als eine feste hohle Scheide — Knochengefässröhrchen (Fig. 78, 79). Der Durchmesser ihrer cylindrischen Höhle, welche Haversscher Kanal (1691) genannt wird, schwankt zwischen 0,009 bis 0,4 mm. Da die Knochenröhrchen um die Blutgefässe entstehen, teilen sie gewisse Eigentümlichkeiten der letzteren, kommunizieren mit einander und formen ein netzartiges Maschenwerk (Fig. 78). Alle Skeletknochen sind aus solch kleinen cylindrischen Kalkröhren aufgebaut (wie eine Damascenerklinge aus vielen zusammengeschlagenen und verschweissten Drahtstäben besteht) und besitzen bei einem Minimum von Materialaufwand grosse Leichtigkeit und grösste Festigkeit. Die dicht zusammengedrängten und mit einander kommunizierenden Knochenröhrchen sind nicht so stark verkittet, dass ihre

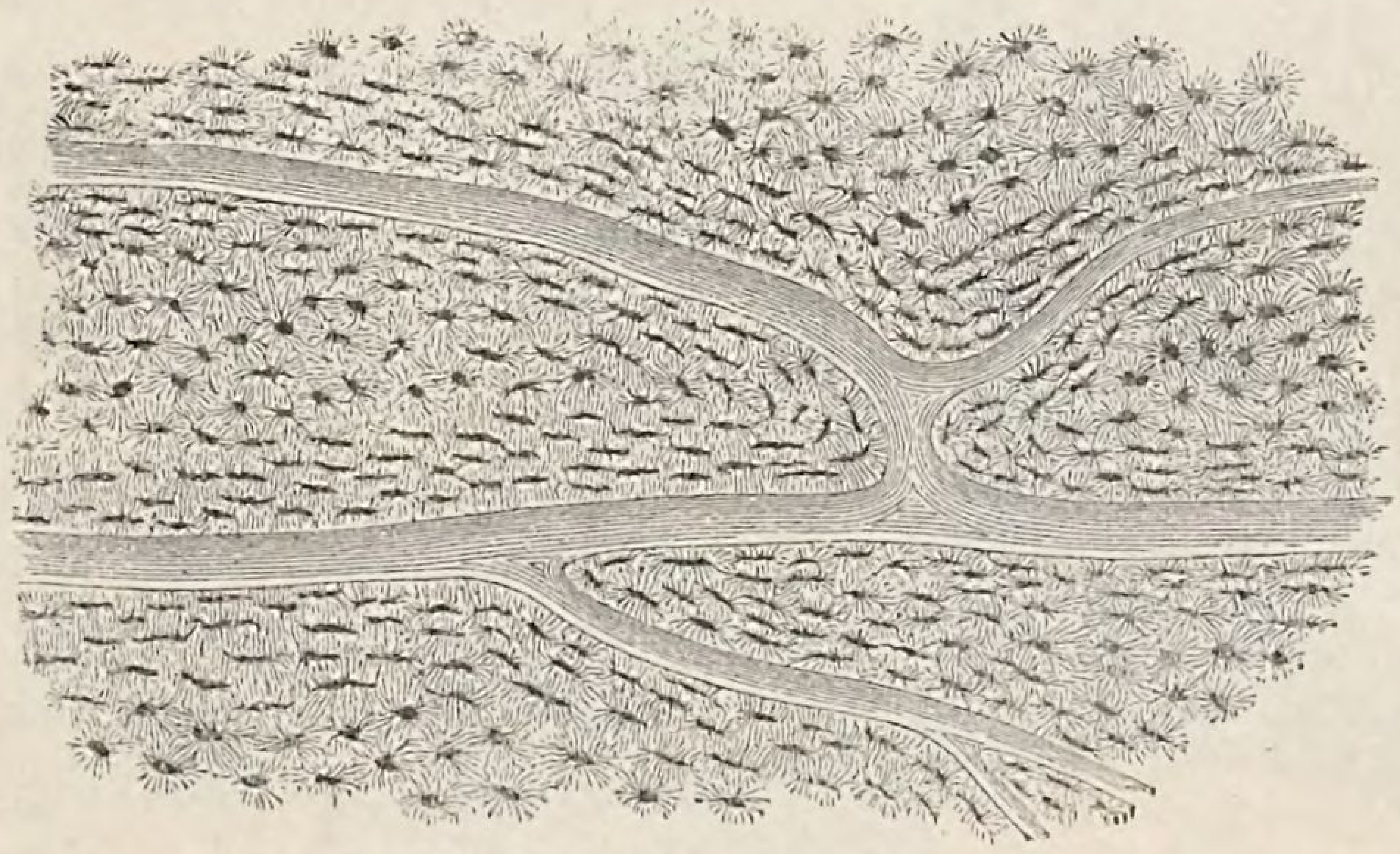


Fig. 78.
Längsschliff durch den Oberschenkel des Menschen. Nach Kölliker.
Die Höhlung der Havers'schen Kanäle längs gestrichelt, um sie liegen die schwarzen, lufterfüllten Höhlen der Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern.

Grenzen undeutlich würden, deshalb zeigt ein Querschliff der Knochensubstanz die konzentrischen Konturen der einzelnen (Fig. 79).

Wie das Knochengewebe aus feinen Röhrchen besteht, sind auch die grossen Skeletknochen hohle Röhren oder hohle Platten und besitzen gegenüber soliden Knochenstäben den Vorzug grösserer Bruchfestigkeit und Widerstandskraft.

In den grösseren Knochenstücken zeigen die Knochenröhrchen eine bestimmte, der mechanischen Aufgabe entsprechende Anordnung. Im allgemeinen verlaufen sie parallel der Längsachse des Knochens. Die Rinde besteht aus dichten harten Schichten — Substantia compacta von sehr engen Knochenröhrchen. Im Innern legen sich weite Knochenröhrchen zu

dünnen Balken und Plättchen aneinander und bilden ein Wabenwerk — Substantia spongiosa, dessen Sparren in bestimmter Ordnung von Druck- und Zugkurven stehen. Die Höhlen des Wabenwerkes sind von weichen Zellmassen — Knochenmark erfüllt. An Stellen starken Druckes sind grössere Knochenmassen, an den weniger belasteten Stellen eine geringere Menge angehäuft.

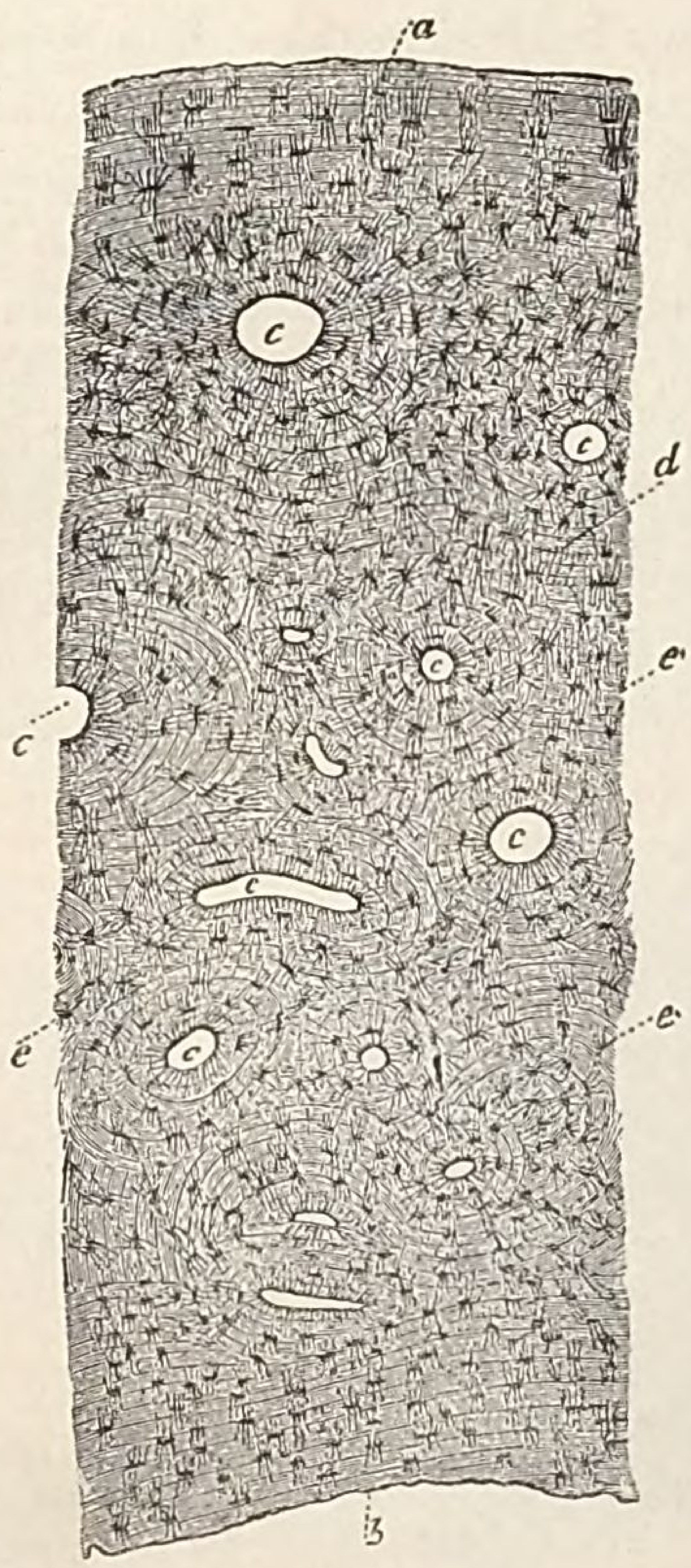


Fig. 79.
Querschliff eines Mittelhandknochen. Nach Kölliker.
a Aussenzone mit dichten Knochenlamellen, *b* Innenzone mit Knochenlamellen. *c* Höhlen der Haver'schen Knochenröhren, deren Lamellen konzentrisch geschichtet sind, *d* Knochenlamellen zwischen dem Havers'schen Rohr, *e* Knochenkörperchen.

Die Knochen sind gleich dem Knorpel von derben Lagen faserigen Bindegewebes — Knochenhaut, Periost bedeckt, welche zahlreiche Blutgefässe enthält. Ihre Zweige dringen in die Haversschen Kanäle ein. Zwischen benachbarten Knochen ziehen die Bindegewebsmassen als Bänder, die entweder weissglänzend sind, wenn sie aus Bindegewebe allein bestehen, oder gelblich erscheinen, wenn elastische Netze vorhanden sind. An den Gelenkstellen sind immer Knorpellagen und faserige Zwischenknorpelscheiben vorhanden.

Die Skeletstücke entstehen teils aus Bindegewebe, teils sind sie im jungen Tierkörper knorpelig vorgebildet und werden erst allmählich umgewandelt. Im letzteren Falle (Fig. 80) wird die Umwandlung durch gleichzeitige Vorgänge an der Oberfläche — perichondral und im Kerne — endochondral des Knorpelstückes vollzogen. In der perichondralen Zone entsteht Knochen an den Gefässen des aufliegenden perichondralen Bindegewebes und umhüllt den Knorpel als eine deckende Hülle — Deckknochen, periostaler Knochen. In der endochondralen Knorpelzone, der Blutgefässe ursprünglich fremd sind, ist die Knochenbildung — Ossifikation erst möglich nachdem vom Perichondrium Blutgefässe in den Knorpel eingedrungen sind und durch Resorption desselben Raum geschaffen haben, um Knochensubstanz abzulagern. Die endochondralen Gefässe dringen längs der Achse vor und finden ihren Weg durch säulenartige Ordnung der Knorpelzellen erleichtert; zugleich wird die Knorpelgrundsubstanz der verknöchernden Zone auf dünne

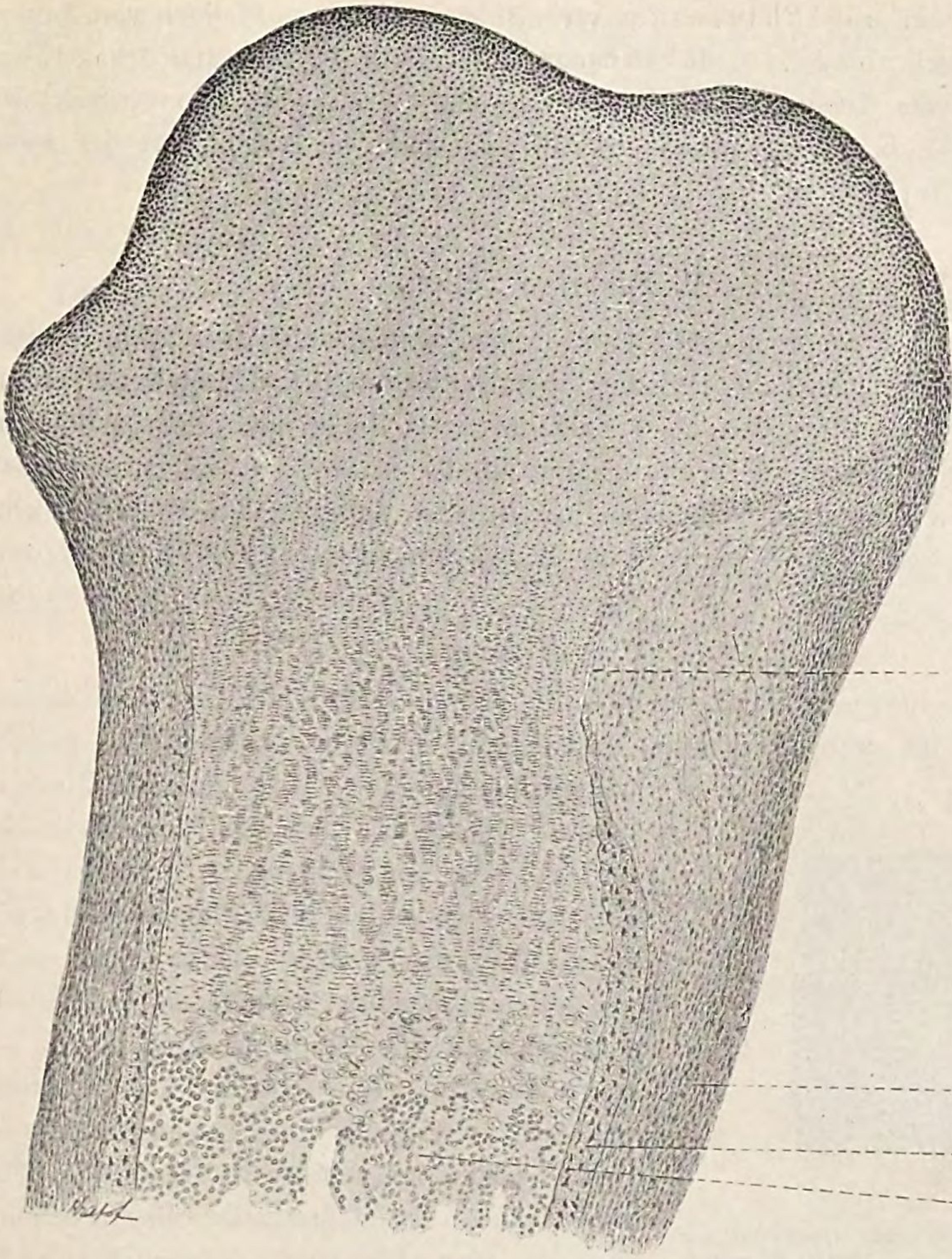


Fig. 89.
Längsschnitt durch das proximale Ende langen Röhrenknochens (Schafembryo), der in Verknöcherung begriffen ist. Der grösste Teil ist noch knorpelig. Unterhalb der Wachstumszone fällt die säulenförmige Ordnung der Knorpelzellen auf.

Scheidewände zwischen den Knorpelzellen reduziert, welche der anspülende Blutstrom leicht resorbiert.

d) Blutgewebe.

Die Zellen bilden eine dünnflüssige Zwischensubstanz: das gelbliche Blutplasma und schwimmen in derselben als sphärische, elastisch kompressible rote Blutkörperchen (Fig. 39) oder als farblose, amöboide weisse Blutköperchen — Leukocyten (Fig. 40). Die Färbung der roteu Blutkörperchen wird hervorgerufen durch eine eisenhaltige Eiweissver-

bindung — Hämoglobin, welche verhältnismässig grosse Mengen von Sauerstoff chemisch bindet. Das Hämoglobin enthält 0,049—0,051 % Eisen das Blut eines 70 kg schweren Mannes 2,4—2,7 g Fe. So einfach die morphologischen Eigenschaften des Blutes sind, so kompliziert ist seine chemische Natur (vergl. p. 84—85 und p. 113).

C. Faserige Zellen.

Die bisher besprochenen Gewebsformen dienen statischen Bedürfnissen. Den dynamischen Aufgaben: Bewegung zu entfalten oder Erregungen fortzuleiten, sind nur Stranggewebe gewachsen. Die Zellen derselben verändern ihre ursprüngliche einfache parallelepipedische Form und ziehen entweder ihren ganzen Leib oder Teile desselben in einen langen cylindrischen Strang aus. Auf diese Weise werden die Muskelfasern und Nervenfasern gebildet.

a) Muskelfasern.

Die quergestreiften Muskelfasern entstehen dadurch, dass Zellen, welche anfangs epithelial gelagert sind, sich in sehr lange, cylindrische, gleichmässig dicke Fäden strecken und ihr Plasmaleib — Sarkoplasma sich fast vollständig in feine Fibrillen differenziert, zwischen welchen nur eine ganz dünne Plasmaschicht als Bindemittel unverändert bleibt. Die stark gedehnte Zellmembran umschliesst die Muskelfaserzelle als eine homogene dünne Hülle — Sarcolemma. Der ursprüngliche Zellkern teilt sich zu vielfach wiederholten Malen und liefert eine sehr grosse zwischen die Fibrillen einer Muskelfaserzelle eingeschobene Menge von Kernen — sog. Muskelkörperchen (Fig. 31). Die Muskelfibrillen haben die Fähigkeit, sich zu kontrahieren. Sie sind kompliziert zusammengesetzt. Durch Zerfaserung eines gedehnten Muskels sieht man, dass sie aus Querscheiben verschiedener Struktur alternierend geschichtet sind Regelmässig wechseln (Fig. 81) dunkel erscheinende Scheiben doppelt lichtbrechender — anisotroper Substanz mit hellen Scheiben einfach lichtbrechender — isotroper Substanz. Jede Scheibe wird von einer dünnen Mittelzone durchquert: die dunkle Scheibe von der hellen Mittelscheibe, Hensensche Scheibe, die helle Scheibe von der dunkeln Zwischenscheibe. Krausesche Scheibe. Die Muskelfasern, welche durch Bindegewebe zu grossen Faserkomplexen (vergl. p. 80—82) — Skeletmuskeln vernestelt werden, sind die Stätten eines besonders lebhaften Stoffwechsels. Schon im

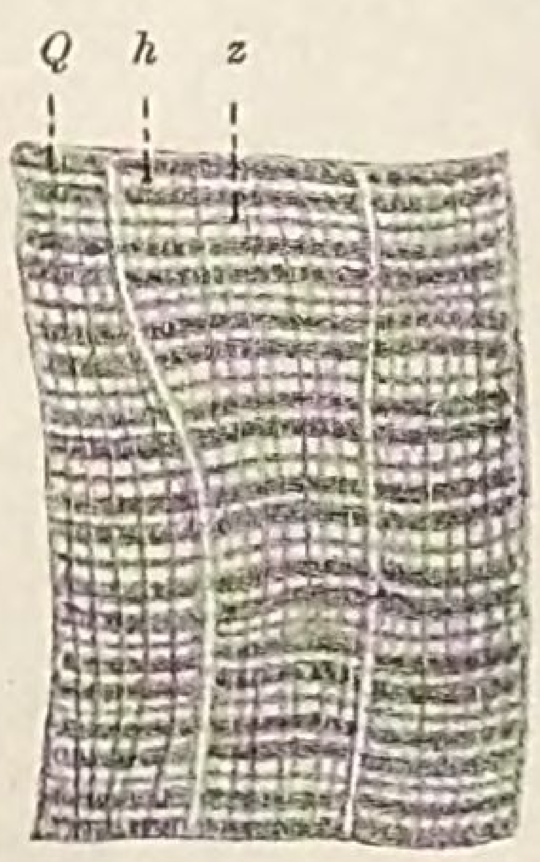


Fig. 81.
Stück menschlicher quergestreifter Muskelfasern. 1200 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).
h Mittelscheibe, *Q* anisotrope Querscheibe, *z* Zwischenscheibe in der hellen isotropen Scheibe.

ruhenden Muskel sind die chemischen Vorgänge sehr energisch und bei der Kontraktion steigert sich der Verbrauch an Sauerstoff. Das Blut fliesst leichter und reichlicher durch die Gefässe eines arbeitenden Muskels und lässt durch seine Veränderung die Vorgänge erschliessen, welche in den Muskeln selbst stattfinden. Da es dunkler abfliesst, wird es von den Muskeln stärker mit Kohlensäure belastet, und deshalb auch stärker erhitzt.

Die glatten Muskelfasern sind Zellen, welche langspindelig geworden sind, einen gestreckten, stäbchenförmigen Kern umschliessen und in ihrem Plasma keine kontraktilen Fibrillen differenzieren. Über das Vorkommen und ihre Anordnung vergl. p. 82.

b) Nerven.

Die langen Nervenfasern entstehen aus den ursprünglich epithelial geordneten Zellen des Centralnervensystems: des Gehirns und Rückenmarkes,



Fig. 82.
Ganglienzelle im menschlichen Kleinhirn. 110 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).

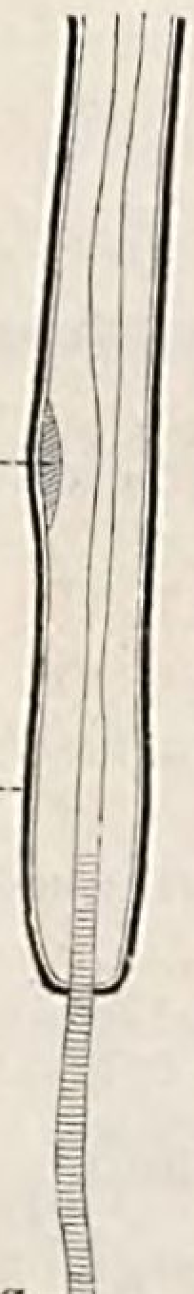


Fig. 83.
Markhaltiger Nerv. Nach Bergh (Zelle).
a Achsencylinder, *m* Markscheide, *n* Kern.

jedoch nicht in derselben Weise wie Muskelfasern. Denn ihre Bildungszelle streckt sich nicht vollständig in die Länge, sondern treibt verschiedene Fortsätze, von welchen einer zu ungeheurer Länge auswächst und die Nervenfaser darstellt. Die Zellen des Nervensystems — Ganglienzellen (1824 von Dutrochet entdeckt) nehmen kugelige oder spindelförmige und vielfach sternförmig verzweigte Gestalt an (Fig. 82). Die grössere Zahl ihrer protoplasmatischen Ausläufer — Dendriten verästelt sich in ein dichtes Buschwerk kurzer feiner Zweige — Endbäumchen, Telodendrien, während ein

einziger Fortsatz — Neurit als langer, gleichmässig dicker Faden entwickelt wird und den axialen Kern — Achsencylinder der Nervenfaser bildet, welchen eine flüssig fettartige, homogene, stark lichtbrechende, cylindrische Schichte von Myelin — Markscheide und eine dünne, strukturlose Schichte mit spärlichen länglich ovalen Kernen — Schwannsche Scheide, Neurilemma als isolierende Lagen umhüllten (Fig. 83, 84). Der Durchmesser einer solchen markhaltigen Nervenfaser schwankt zwischen 0,001—0,02 mm. Daneben kommen Neuriten vor, denen entweder die Markscheide oder die Schwannsche Scheide oder auch beide fehlen — mark-

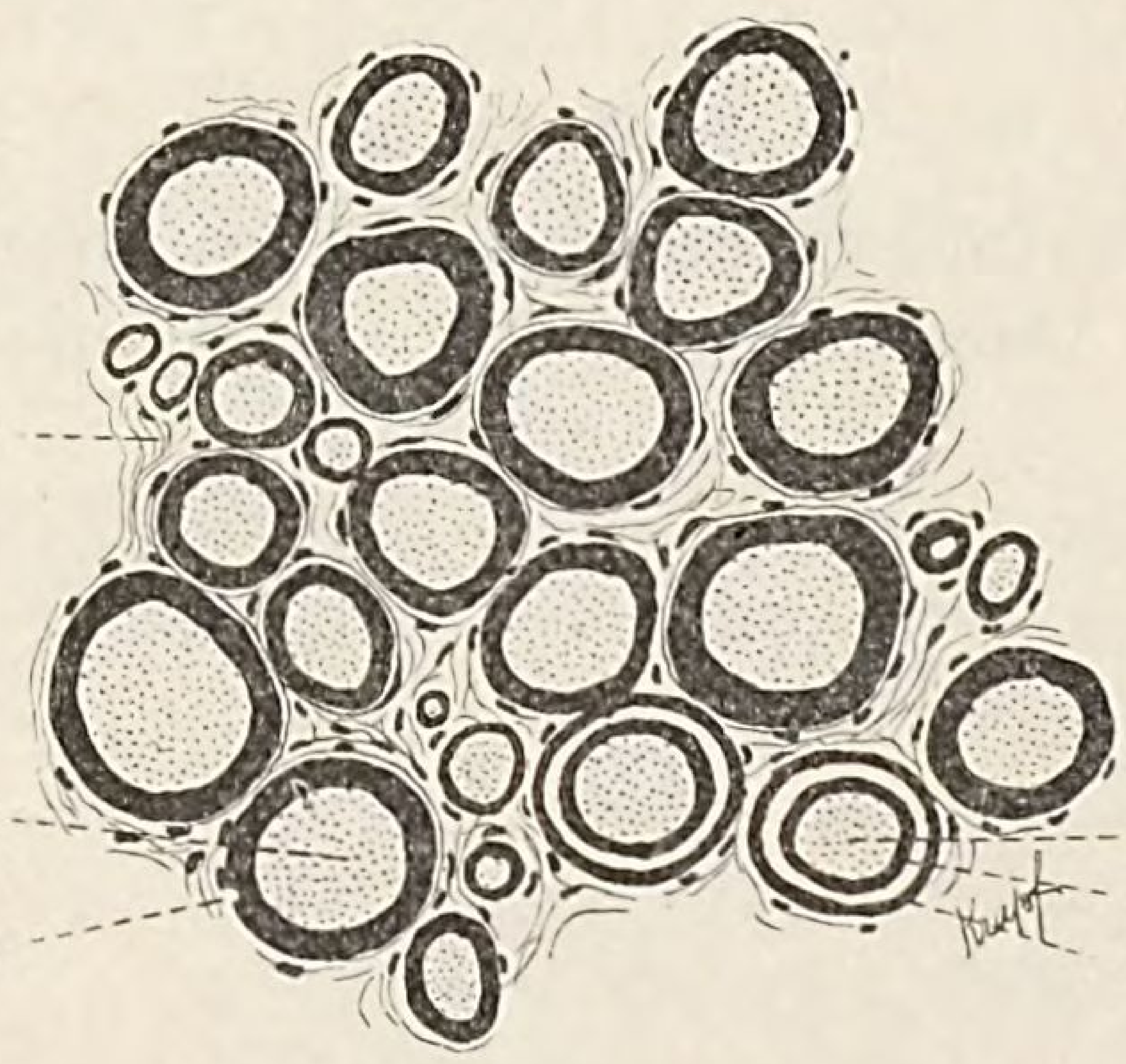


Fig. 84.
Querschnitt durch den Beinnerven des Frosches. 820 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff (Histologie).
Bei *a* und *b* ist die Markscheide einer Nervenfaser doppelt getroffen.

lose, scheidenlose, nackte Nerven. Die Nervenfasern enden entweder mit einer einfachen Spitze oder mit vielen kurzen Seitenzweigen — Telodendrien (vergl. p. 86).

Für die jüngsten Entwickelungsstadien des Tierkörpers gilt die allgemeine Regel, dass alle Gewebe ursprünglich epithelial geordnet sind. Später wird diese Struktur geändert und die epitheliale Ordnung beherrscht nur die Zellen, welche an freie Flächen, z. B. der Haut, oder an die Lichtung von Höhlen und Kanälen grenzen, z. B. das Epithel der Leibeshöhle, das Entodermepithel des Darmes, das Endothel der Gefässe und die Wand der Drüsenschläuche (Fig. 53).

Die Epithelzellen der verschiedenen Organe tragen ganz bestimmten Formtypus. Die meisten Drüsenschläuche besitzen einschichtiges kubisches Epithel. Die Gallenschläuche der Leber zeigen einschichtiges Epithel von polygonalen kubischen Zellen. Die Harnkanälchen der Niere tragen einschichtig kubisches Epithel, die Bowmanschen Kapseln einschichtiges

Plattenepithel. Die Intima aller Gefässe besitzt ein einschichtiges Epithel (hier Endothel genannt) von platten Zellen (Fig. 36, 37), die Luftröhrenzweige der Lunge einschichtiges Flimmerepithel, die Infundibula und Alveolen einschichtiges Plattenepithel. Die Haut deckt ein ungleichförmig mehrschichtiges Epithel, die oberen Lagen sind platte Zellen, in den tiefen Schichten herrschen kubische Elemente. Im Darme trägt der Ösophagus mehrschichtiges verhorntes Epithel (Fig. 51), das Entodermepithel im Magen, Dünn- und Dickdarm ist cylindrisch (Fig. 52, 53), ebenso das der Lieberkühnschen Drüsen.

Alle epithelialen Lagen sind auf faseriges Bindegewebe fundiert (Fig. 51, 53, 60, 63, 64). Dasselbe stützt das Kapillarnetz, um den ernährenden Blutstrom an die Epithelzellen zu leiten. Denn in das Epithel dringen in der Regel keine Blutgefässe ein. Seine Elemente werden von dem Safte genährt, welcher aus den Gefässkapillaren entweder direkt in den Leib der einschichtig geordneten Zellen oder durch Vermittelung der tiefen Zellzonen in die oberen Stockwerke mehrschichtiger Epithellagen diffundiert. Nur die epithelialen Lagen des Centralnervensystems und der Netzhaut der Wirbeltiere sind von dieser Regel ausgenommen; Gefässe und stützendes Bindegewebe durchwachsen sie reichlich und trüben so den reinen epithelialen Charakter dieser Regionen. Die reichliche Ernährung der Epithelzellen ist notwendig, weil die an der Ober- oder der Binnenfläche der Organe stehenden Grenzschichten durch den Lebensprozess abgenutzt und durch neue Elemente ersetzt werden: in einschichtiger Lage durch Teilung der Nachbarn, in mehrschichtiger durch Nachschub aus unteren Zonen.

Während die Epithelschichten meist von den übrigen Gewebsarten scharf abgegrenzt sind, findet man die Muskeln und Nervenfasern immer von Bindegewebe umsponnen.

Obwohl die meisten Zellen nur in grösseren Vereinen lebensfähig sind, giebt es im Körper der Organtiere etliche Zellarten, die ein freieres Leben führen: Die amöboiden weissen Blutkörperchen durchwandern nicht bloss die Blutbahn, sondern auch ausserhalb derselben das Organgewebe und nehmen Nährstoffe oder andere Körperchen auf. Die Samenfäden führen in oder ausserhalb des männlichen Körpers oft lange selbständiges Leben, und suchen die Eizellen, welche ebenfalls während kurzer Zeit unabhängig leben können. Nach dem Eindringen eines Samenfadens vermag die Eizelle sogar sich zum neuen Tierkörper umzubilden. Daneben giebt es auch eine grosse Anzahl von freilebenden Einzelzellen, die sogenannten Urtiere, Protozoa. Sie hausen im Wasser und im Feuchten als freischwimmende, kriechende oder festsitzende Formen und besitzen wundervolle Differenzierungen ihres Plasmaleibes, welche sie zur unabhängigen Lebensführung befähigen.

D. Die Lebensvorgänge der Zellen.

Da die Zellen die wahren und lebendigen Grundsteine des Tierkörpers sind, kommen die charakteristischen Eigenschaften desselben auch ihnen zu,

obschon nicht jede am Organismus beobachtete Eigenschaft allen gemeinsam ist. Alle Lebensvorgänge spielen sich im Leibe der Zellen ab. Die Zellen bedürfen des Sauerstoffes und scheiden Kohlensäure ab, sie nehmen aus dem Blute Nährstoffe auf und assimilieren sie ihrem Plasmagerüste, sie scheiden Stoffe aus, sie sind reizbar durch Licht, mechanische Erschütterung, narkotische Stoffe, ihr Leben gedeiht nur innerhalb bestimmter Wärmegrenzen, sie vermögen sich zu bewegen, sie wachsen und vermehren sich, ihre Lebensenergie wird einmal erschöpft, sie sterben ab. An den Epithelzellen der Drüsen gewahrt man z. B., dass sich das Sekret in Form von kleinen Tröpfchen ansammelt (Fig. 85). Ihre Menge wird immer grösser, schiebt sich gegen die freie Fläche und bläht die Zelle auf. Endlich wird der Tropfen ausgestossen, während die Zelle selbst zusammenfällt. Deshalb ist die Epithellage einer Drüse nicht ein einfaches Filter, um schlechte Stoffe durchzulassen. Es setzt sich vielmehr zusammen aus zahlreichen Einzelzellen, deren jede bestimmte Stoffe aus dem vorbeirieselnden Blute anzieht, in sich aufspeichert, einer chemischen Umwandlung unterwirft und nach der entgegengesetzten Seite ausscheidet.

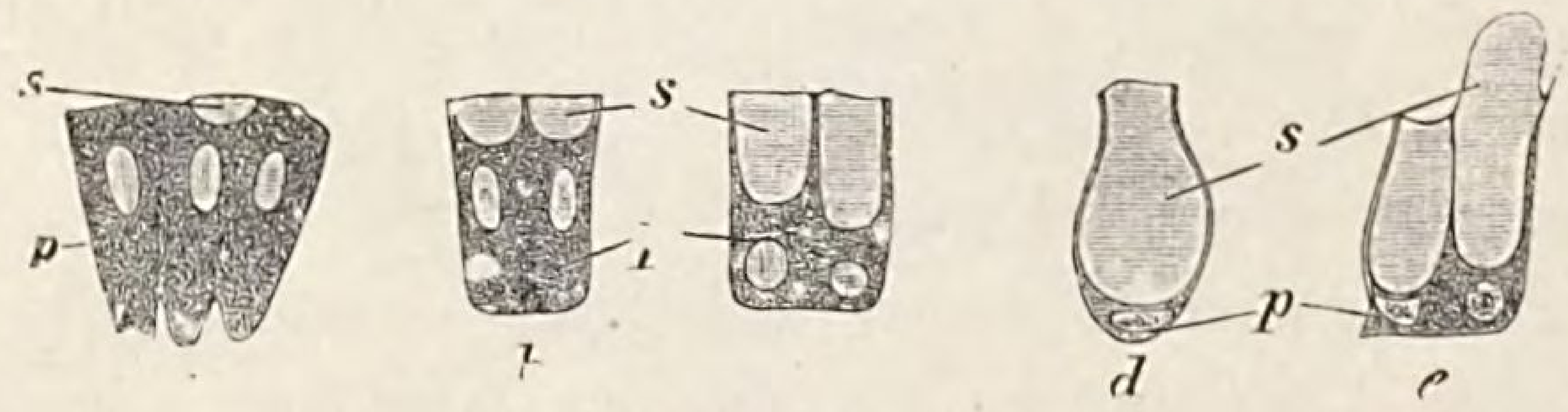


Fig. 85.
Secernierende Epithelzellen in der Magenschleimhaut des Menschen. Nach Stöhr (Lehrb. d. Histologie).
p Protoplasma, *s* Sekret. Kerne hell. Die Intensität des Sekretionsvorganges steigert sich von *a*—*e*.

Andere Stoffe diffundieren unverändert durch die Drüsenzellen, z. B. durch das Nierenepithel der Säugetiere der Harnstoff, durch das der Schlangen und Vögel die Harnsäure, welch beide Stoffe bereits im Blute enthalten sind. Die Epithelzellen verschiedener Drüsenregionen besitzen Anziehungs- und Verwandlungskraft für ganz bestimmte Stoffe. Wenn man in das Blut der Halsvene eines lebenden Säugetieres Indigkarmin injiziert, wird der Farbstoff in den Nierenepithelzellen wieder aus dem Blute herausgezogen. Die Eigenart der Drüsensekrete, die zähe Natur des Schleimes, die fettige Art von Talg und Schweiss, der salzige Geschmack des Thränenwassers und die mancherlei Verdauungssäfte beleuchten diese Eigenschaft. Oft stehen Zellen benachbart, welche ganz abweichende Thätigkeit entfalten: Das Epithel der Bowmanschen Kapsel scheidet Wasser, das der gewundenen Abschnitte der Harnkanälchen die gelösten Harnbestandteile ab.

Mit den meisten dieser Vorgänge sind nachweisbare Veränderungen des Zellleibes verknüpft. Auch der Kern ändert in verschiedenen Lebenszuständen der Zelle sein Aussehen. Er erscheint grösser in wachsenden, klein in reifen Zellen. Halbiert man eine Zelle, so behält nur das kernhaltige



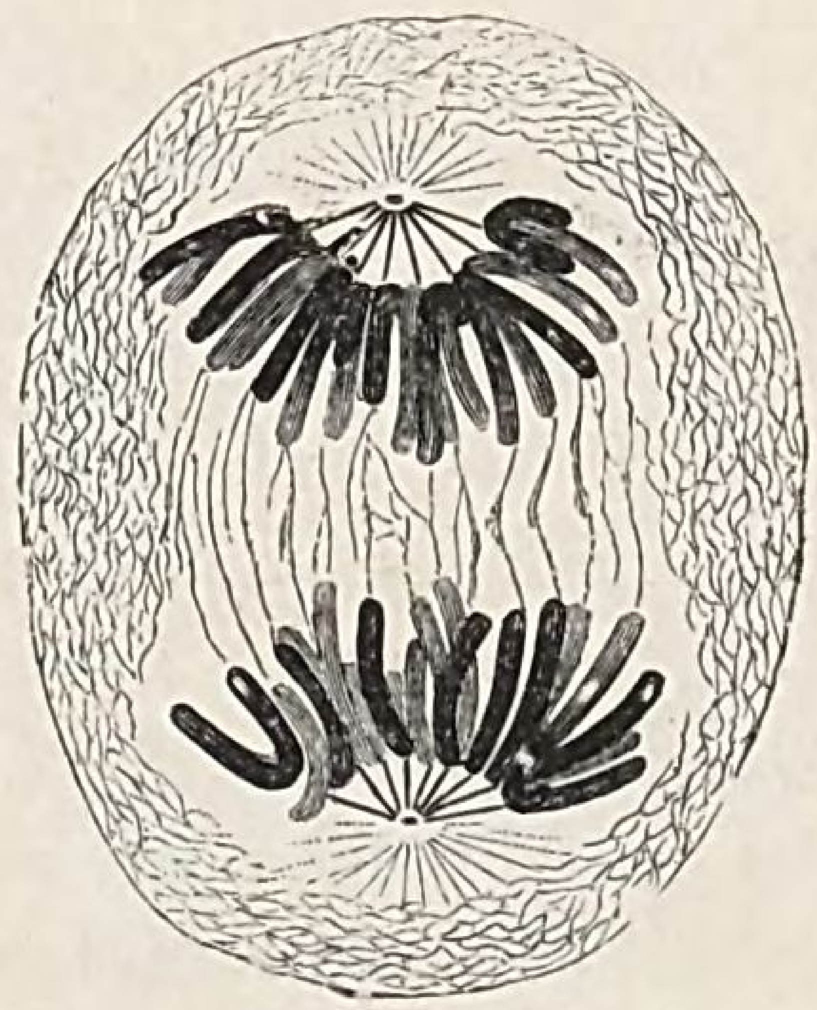
A. Beginn des Monaster.



B. Die Chromosomen sind an den Äquator der Fadenspindel gerückt und längsgespalten.

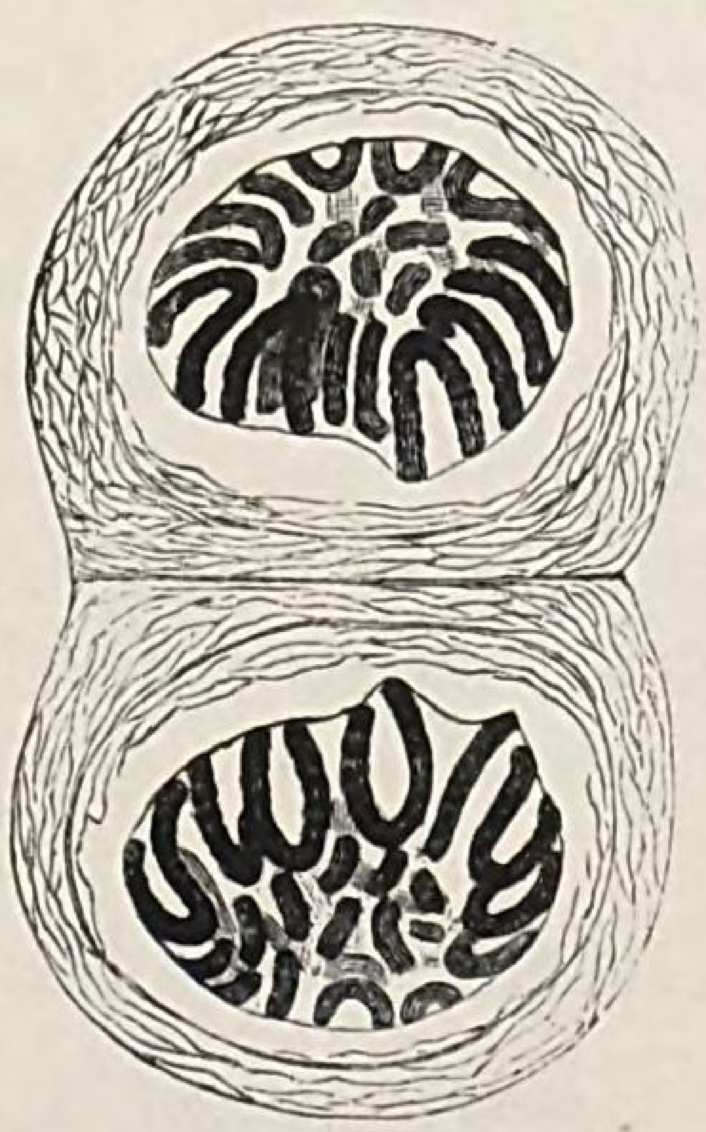


C.



D.

C. und *D.* Die Chromosomenhälften werden nach den entgegengesetzten Polen der Fadenspindel verschoben.



E. Die Teilung ist erfolgt. Das chromatische Gerüst der Kerne geht in den Ruhestand über.

Fig. 86.
Zellteilung beim Landsalamander. Nach Rabl (Morph. Jahrb. 10).

Teilstück die Fähigkeit zu regenerieren. Der Kern verästelt sich oder ändert die chemische Beschaffenheit seines Fadengerüstes z. B. in thätigen Drüsenzellen. Da das endlose Detail hier nicht erschöpft werden kann, wollen wir nur die Teilung der Zellen verfolgen, wobei die wichtige Rolle des Kernes besonders auffällt und sein chromatisches Netzwerk (Fig. 57), wie es scheint, meist gleichmässig auf die beiden Tochterzellen verteilt wird.

a) Äquationsteilung.

Das chromatische Netzwerk des Kernes wird in eine geringe Zahl (4—24) kurzer, dicker, chromatischer Fäden — Chromosomen zusammengezogen. Die Kernmembran schwindet (Fig. 86 *A*). Das Centrosoma wird halbiert, beide Hälften rücken auseinander, zwischen sie spannen sich feine farblose (achromatische) Fasern, deren Gesamtheit in Form einer Spindel erscheint (Fig. 86 *B*). An ihren beiden Polen steht je ein Centrosoma, umgeben von einem strahligen Hofe des Archoplasmas. Die Chromosomen rücken gegen die Fadenspindel und ordnen sich um die mittlere Zone derselben — Äquator zu einem Kranze, die winkelig geknickte Mitte jedes Fadens gegen die Spindelachse gekehrt — Stadium des Monaster (Fig. 86 *B*). Jeder Faden wird der Länge nach gespalten. Die Teilhälften rücken dann nach entgegengesetzten Polen der Fadenspindel, immer die Spitze ihrer winkeligen Schleife nach der Spindelachse gekehrt (Fig. 87, *C*, *D*). So entsteht um die Spindelpole eine doppelte chromatische Zone im Zellleibe, deren Fäden sternförmig angeordnet sind — Stadium des Diaster, dann durchschneidet eine Teilungsebene den Zellleib in der Richtung des Spindeläquators und trennt zwei Zellhälften, welche je ein Centrosoma mit Archoplasmahof, eine halbe Fadenspindel und Chromosomen, an Zahl den Mutterchromosomen gleich, an Masse nur halb so gross besitzen (Fig. 87 *E*). Aus ihnen bildet sich wieder ein ruhender Kern mit seinem Fadengerüste; Centrosoma und Archoplasma lagern sich daneben. (Oft schlüpft auch das Centrosoma in den Kern hinein.) Während der Teilung erfolgt auch im Plasma eine Verlagerung: Der Zellleib streckt sich, die benachbarten Zellen weichen auseinander und kollabieren nach der Teilung. Wenn auch die Kernsubstanz gleichmässig halbiert wird, kann doch der Protoplasmaleib der Zelle in ungleiche Stücke geteilt werden.

Einer solchen Zellteilung folgt stets eine längere Ruhepause, während welcher der normale netzförmige Zustand des Kerngerüstes hergestellt wird.

b) Reduktionsteilung.

In der Teilungsfolge mancher Zellen wird das Ruhestadium unterdrückt und die Tochterchromosomen nicht in das Netzwerk des ruhenden Kernes aufgelöst; die durch die vorhergehende Teilung entstandenen Chromosomengruppen ordnen sich sofort um eine neue achromatische Spindel, aber eine nochmalige Längsspaltung der Chromosomen unterbleibt und es wird die

Hälfte der in der Zelle vorhandenen Chromosomen je einer Spindel zugerückt. Deshalb enthalten die später von einander getrennten Zellen nur die halbe Zahl der Chromosomen, welche die Mutterzelle besass (Fig. 94, 96).

Die Erkenntnis, dass der Körper aus Zellen aufgebaut ist, hat die Vorstellungen über das Wesen des Lebensvorganges vollständig umgewandelt. Wie die chemische Analyse die Träume von der Gleichartigkeit und Beständigkeit des tierischen Körpers zerstörte, indem sie den unaufhörlichen Wechsel von Stoffen, die uns gehörten und unser sein werden, nachwies, klärt sich jetzt die Vorstellung von der Einheit der Lebensvorgänge selbst. Alle Eigenschaften des ganzen Organismus werden an seinen kleinen Bausteinen beobachtet. Zellen fressen, Zellen atmen, Zellvereine wählen aus dem Speisebrei bestimmte Stoffe aus und verschmähen andere, Zellkomplexe regulieren die Zusammensetzung der Körpersäfte, Zellenschläuche scheiden das Unbrauchbare ab, kontrahierende Zellfasern bewegen den Körper, Zellen vermitteln die geschlechtliche Fortpflanzung, Zellen der Sinnesorgane werden gereizt, Zellveränderung wird subjektive Empfindung, kurz die Eigenschaften des tierischen Körpers sind nur der äussere Ausdruck einer Summe unsagbar vieler Vorgänge, die neben und miteinander in den Zellen verlaufen.

Die Thätigkeit der Zellen zeigt eine strenge korrelative Abhängigkeit. Wie die Körperregionen in der innigsten Wechselwirkung stehen, so vollführen ihre feinsten Bestandteile ihre Aufgabe in harmonischer Weise und die Intensität ihrer Lebensvorgänge schwankt mit der Energie anderer Komplexe. Kein Bild ist treffender als das, welches den Körper mit einem Zellenstaate vergleicht, dessen Gesundheit nur durch die pünktliche Pflichterfüllung seiner in engen Kreisen beschäftigten Glieder bestehen kann. Jede Zelle arbeitet in beschränktem Sinne und vermag nicht alle Lebenserscheinungen hervorzurufen. Andere Zellen mit anderem Vermögen verbinden sich mit ihr, teils die zum Leben notwendigen Stoffe zuführend, teils durch spezialisierte Thätigkeit ihre Mühe entlastend. Alle leben und wachsen nur im Zusammenhange. Ohne merkbare Störung werden die Lücken der sterbenden Genossen ausgefüllt; die erschöpften Zellen pausieren, um sich für erneute Arbeit zu erholen; ist ein Teil erkrankt, so leistet der gesunde Rest die doppelte Arbeit. Kleine Verletzungen der Schichten, grössere Wunden, ja ganze Stücke von Organen (Leber, Beine, Schwanz) werden neu erzeugt. Immer wird das Bedürfnis jedes Zellkomplexes so befriedigt, dass sympathische Wirkungen auf andere Organe zum Nutzen des Gemeinwohles ausgeübt werden.

Was der naive Sinn früherer Generationen für Zeichen des Lebens hielt: das Spiel der Atemzüge, die Unruhe des Herzschlages, der warme Hauch sind nur Erscheinungen vermittelnder Thätigkeiten, durch welche die nötigen Bedingungen für die Fortführung der stillen Wechselwirkung kleinster Teile gegeben werden.

So erscheint an der Wende des neunzehnten Jahrhunderts das alte Problem von der Ursache des Lebens in einem ganz anderen Lichte. Eine materielle, dem Leibe fremde Ursache des Lebens, ein einheitliches Lebensprinzip, welches die räumlich und formal getrennten Einzelteilchen zu einer harmonischen Gesamtwirkung vereint und in Thätigkeit erhält, ist nicht gefunden worden. Die Analyse hat vielmehr den organischen untrennbaren Zusammenhang aller Gewebe auf das Klarste erwiesen. Eine Flucht einander gesetzmässig nachfolgender oder gleichzeitig ablaufender morphologischer und physiologischer Zustände gleitet über die einzelnen in strengen topographischen und proportionellen Verhältnissen stehenden Regionen des Körpers hin. Ihre gegenseitige Abhängigkeit, ihre Korrelation wird in jedem Jahre besser und ihre unlösbare Folgerichtigkeit wird immer klarer erkannt. Keine kann ohne die anderen bestehen.

Der menschliche Geist aber hat den Fehler begangen, sie als isoliert zu betrachten, weil die Eigenart unseres Denkens uns zwingt, Detailerscheinungen gesondert zu verfolgen, wenn wir einen Vorgang wirklich verstehen wollen. Unsere Einsicht verschärft sich zwar um so mehr, je besser wir die Teilung der Untersuchung auszuführen vermögen. Jedoch die fortgesetzte Anwendung dieser logischen Methode erzeugt die falsche Meinung, als seien Erscheinungen, die wir getrennt studieren, auch in Wirklichkeit unabhängig und würden erst durch ein unbekanntes höheres Prinzip vereint. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Immer deutlicher enthüllt sich die Untrennbarkeit alles Geschehens und zwingt unserem verwunderten Geiste als späte Erkenntnis auf, dass die unterscheidende Thätigkeit des Verstandes dazu verleitete, die falsche Frage zu stellen, ob eine einheitliche Ursache des Lebensvorganges existiere? Wir brauchen nicht nach derselben zu suchen, denn die Verkettung aller Naturereignisse steht vor uns als eine Thatsache, die wir beschreiben und, indem wir ihre Einzelheiten feststellen, auch erklären. Manche Forscher halten es freilich für vorteilhaft, die Harmonie aller Vorgänge durch ein Wort zu bezeichnen und verwenden dafür den alt angestammten Ausdruck: die Seele. Dann muss natürlich auch jeder lebenden Zelle, welche ein minutiöser Organismus ist, eine Zellenseele zugesprochen werden. Das schafft jedoch keine neue Klarheit; denn die bisherige Darstellung wird bewiesen haben, dass dieses Wort nur ein sprachlicher Ausdruck für ein ganz unrichtig gestelltes Problem ist.

VIII.

Die Entwickelung der Tiere.

> Facile ex ovis observatu est, quaenam sint et distincta generationis primordia, quos in formatione progressus natura faciat et quam admirabili providentia omnia in hoc opere gubernet.
>
> Harvey.

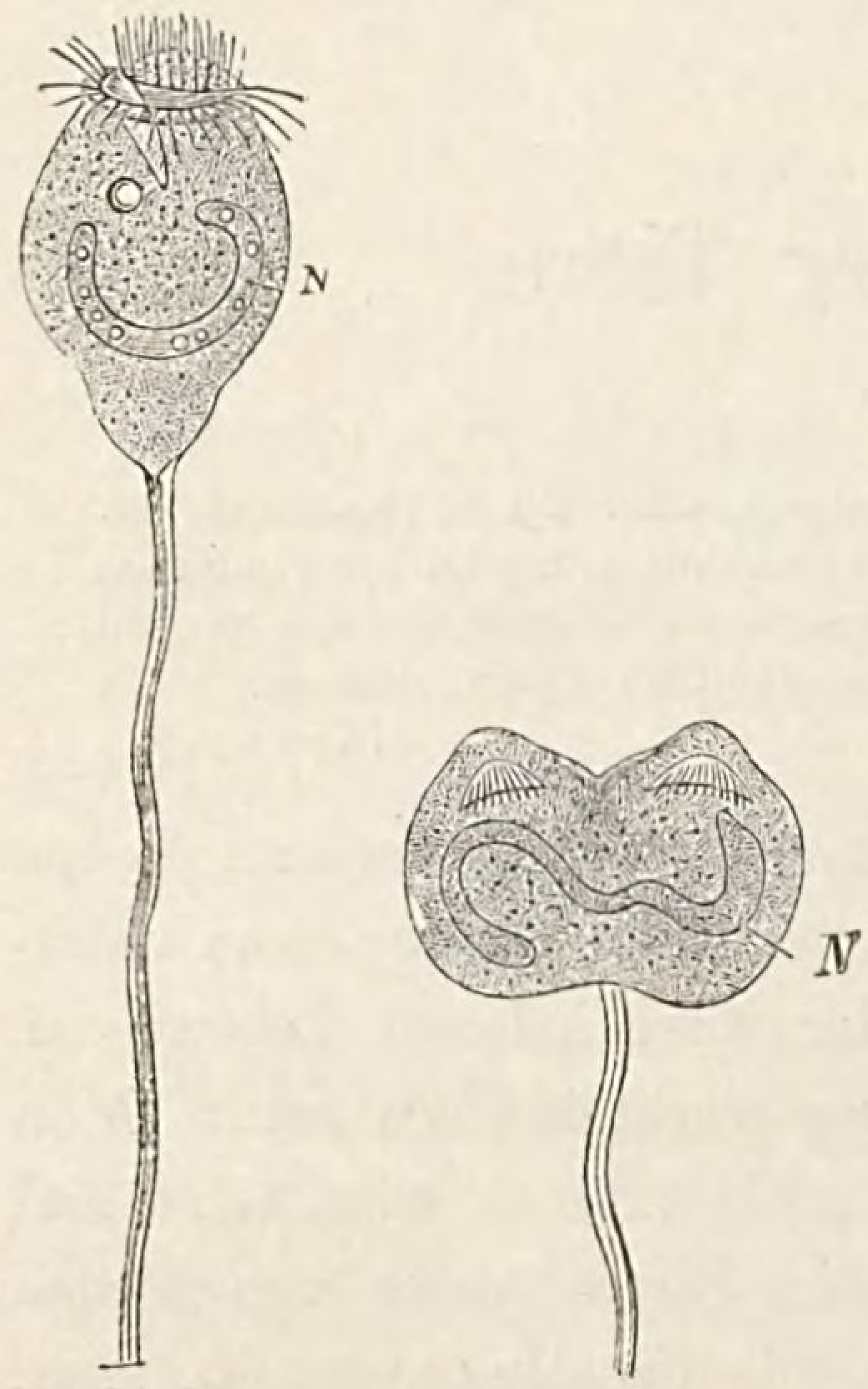
Als man über die Erzeugung der Tiere nachzudenken begann, schen nichts gewisser als die Meinung des Aristoteles: diversa diversorum viventium primordia (verschieden ist der Ursprung der verschiedenen Lebewesen), und zwar schienen drei Arten der Fortpflanzung verbreitet zu sein. Man unterschied eierlegende — ovipare, lebendig gebärende — vivipare und endlich solche Tiere, deren Nachkommen von den Eltern recht verschieden sind, z. B. die wurmartige Brut vieler Insekten, die Froschquappen u. s. w. Da häufig grosse Massen von Insektenlarven auf Blättern, im Schlamm, im Mulme fast mit einem Schlage auftreten, glaubte Aristoteles, wie heute noch unser Landvolk, *sie seien αὐτόματα durch Urzeugung* — Generatio aequivoca *gebildet, z. B. Schmetterlingsraupen aus grünen Blättern, Käfer aus trockenem Holze, Mücken aus dem Kote, andere aus Schlamm, Thau, Schnee.*

Die Meinung des Aristoteles blieb bis Mitte des 17. Jahrhunderts herrschend. 1651 bekämpfte Harvey die Annahme eines wesentlichen Gegensatzes der eierlegenden und lebendig gebärenden Tiere[1]) und stellte die kühne Verallgemeinerung hin: ovum esse primordium commune omnibus animalibus (das Ei sei der gemeinsame Ursprung aller Tiere). Freilich waren die thatsächlichen Belege dieses allumfassenden Satzes nicht vollständig — erst 1837 hat C. E. v. Bär die kleine Eizelle der Säugetiere wirklich gesehen — allein Harveys Mut regte neue entwickelungsgeschichtliche Untersuch-

1) Nos autem asserimus, omnia omnino animalia, etiam vivipara, atque hominem ipsum ex ovo progigni.

ungen an und befreite auch auf diesem Gebiete seine Zeitgenossen vom Banne klassischer Vorurteile.

Nachdem Francesco Redi (1671 Experimenta circa generationem Insectorum) gezeigt hatte, wie wenig wahrscheinlich die Urzeugung der Insekten sei, war der Anstoss zu zahlreichen Forschungen gegeben, welche die allgemeine Gültigkeit seines Ausspruches: „Omne animal per animales parentes“ (Jedes Tier stammt von tierischen Eltern) erwiesen[1]. Fortgesetzt bis in jüngst vergangene Tage haben sie die Hoffnung vieler Naturforscher, wenigstens



A B

Fig. 87.
A Ein festsitzendes Infusionstierchen, Vorticella microstoma. *B* In Teilung. Nach Claus (Lehrb. d. Zoologie).
N der gekrümmte Zellkern.

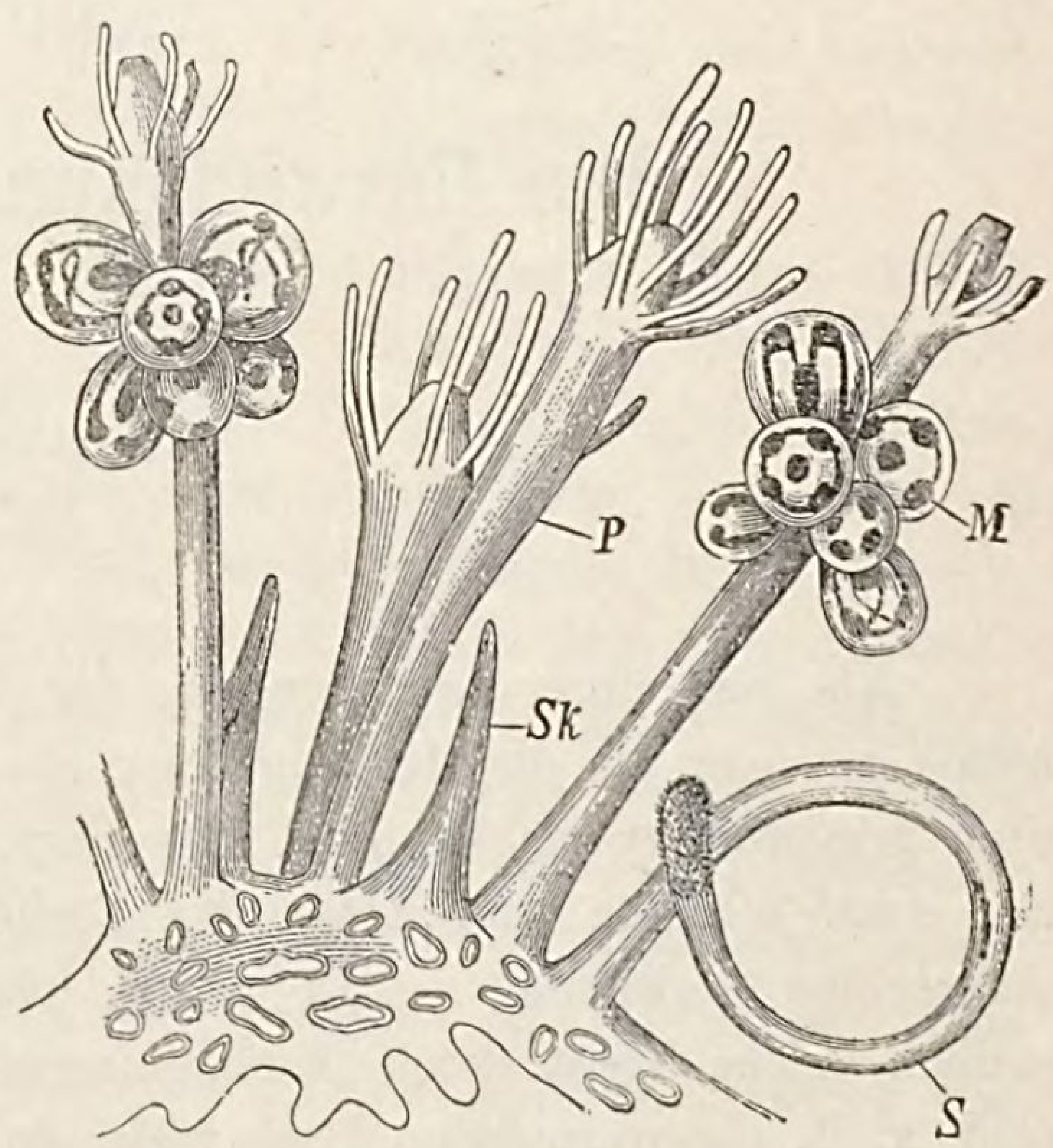


Fig. 88.
Ein kleiner Abschnitt eines Polypenstockes (Podocoryne cornea), dessen Individuen verschiedene Gestalt besitzen. Nach Grobben aus Claus (Lehrb. d. Zoologie.)
P Polypen, geschlechtslose Individuen, *M* Knospen von Geschlechtsindividuen an einem Polypen, *S* Mundlose Polypen, *Sk* Skeletpolyp.

bei den einfachsten Organismen die Urzeugung zu finden, gründlich zerstört und die Aristotelische Annahme aus dem Rahmen der exakten Wissenschaften in jenes Gedankengebiet verwiesen, wo Fortschritte der Erkenntnis ausschliesslich durch abstrakte Analyse erstrebt werden.

Harveys Behauptung, dass jedes Tier einem Ei entstamme, musste freilich eingeschränkt werden, als die Einzelheiten der Fortpflanzung genauer studiert wurden; denn die Individuenzahl niederer Tierarten, z. B. der Infusorien, der Polypen und vieler Würmer wird auch durch Teilung oder Knopung einzelner Individuen — ungeschlechtliche Fortpflanzung auf unfassbare

1) In moderner Fassung: Omnis cellula ab cellula (Virchow).

Höhen gesteigert. Bei der *Teilung* schnürt eine Quer- oder Längsfurche den Leib des ursprünglichen Individuums (Fig. 87) in zwei gleiche oder ungleiche Teilstücke, welche sich zu neuen lebenskräftigen Tieren entfalten. Bei der *Knospung* wird nicht der ganze Körper in Mitleidenschaft gezogen, sondern ein kleiner oberflächlich oder im Inneren gelegener Bezirk des Körpers bildet sich zu einem neuen Individuum aus. Dasselbe schnürt sich entweder ganz von dem knospenden Tiere ab oder bleibt mit ihm verbunden. Im letzteren Falle können durch vielfache Knospung *Stöcke* — *Kolonien* von Einzelpersonen entstehen (Fig. 88).

Die verschiedenen Arten der geschlechtlichen Fortpflanzung.

In der Regel jedoch ist die Fortpflanzung davon abhängig, dass in bestimmten Körperbezirken — *Geschlechtsorganen* je zweier selbständiger Individuen — *Männchen* ♂ und *Weibchen* ♀ besondere Zellen — *Keimzellen* reifen, sich von der Bildungsstätte loslösen und mit einander verschmelzen. — *Geschlechtliche Fortpflanzung.* Die Geschlechtsorgane zerfallen meist in zwei Abschnitte:

a) Stätten, wo die Keimzellen reifen — *Gonaden:*

Hoden — *Testes* bilden die *Samenzellen* — *Spermatozoen* der Männchen.

Eierstöcke — *Ovaria* bilden die *Eizellen* der Weibchen.

b) Ausführende Kanäle, welche die Geschlechtszellen aus dem elterlichen Körper ableiten:

Enge Kanäle bei Männchen, *Samenleiter* — *Vas deferens*

Weite Kanäle bei Weibchen, *Eileiter* — *Oviduct.*

Die geschlechtlichen Leitungswege münden meist an einer *Geschlechtsöffnung* der Körperhaut. Die Gestalt der Geschlechtszellen, welche bei den meisten Tiertypen innerhalb kleiner tubulöser und alveolärer Epithelröhren oder solider Zellstränge gebildet werden, ist recht verschieden: Die Eizellen sind sphärisch voluminöse unbewegliche Gebilde, die Samenzellen meist fadenähnlich, mit munterer Beweglichkeit begabt (Fig. 97, 98).

Als Beispiel betrachten wir den Bau des Hodens und Eierstockes bei Säugetieren.

1. *Der Hoden* (Fig. 89).

Zahlreiche tubulöse Schläuche, die gewundenen und verästelten Samenkanälchen — *Tubuli contorti* sind dem bindegewebigen Gerüste des Hodens eingebettet. Dasselbe bildet an der Oberfläche des ovalen Organes derbe Faserlagen — *Tunica albuginea* und häuft sich an seiner medialen Fläche

wie in einem einspringenden Wulste (Corpus Highmori) an. Von diesem strahlen dünne bindegewebige Scheidewände aus und zerlegen das Hodengerüste in viele (100—200) pyramidale Fächer, welche Gruppen der labyrinthartig anastomosierenden Samenkanälchen umschliessen. Dem Netzwerke der Samenkanälchen entweichen wenige gerade Kanälchen — Tubuli recti, um sich wiederum in ein Netzwerk — Rete vasculosum Halleri von 0,07 bis 0,12 mm dicken Kanälen aufzulösen, aus welchem 10—20 weitere Gänge

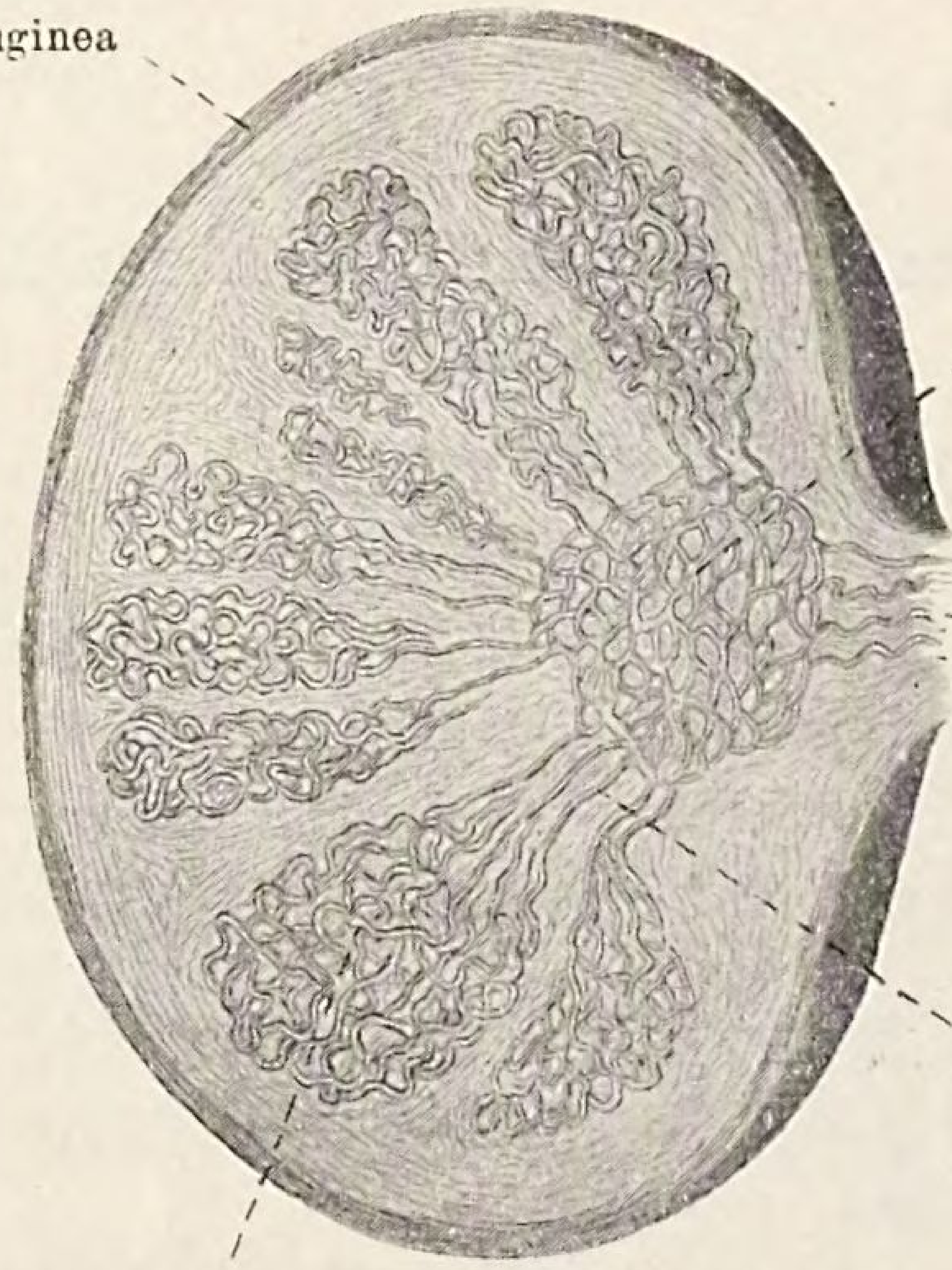


Fig. 89.
Schematischer Längsschnitt durch den Hoden einer Maus.

— Vasa efferentia in die gewundenen Gänge — Coni vasculosi eines neben dem Hoden liegenden Wulstes — Nebenhoden leiten, die in den Samenleiter — Vas deferens münden. Gefässe und Nerven treten am Corpus Highmori ein.

2. Der Eierstock (Fig. 90).

ein ovaler bindegewebiger Wulst hängt von der Rückenwand in die Leibeshöhle. Durch sein Aufhängeband treten Gefässe und Nerven ein und winden ihre Zweige durch sein Bindegewebsgerüste — Stroma. Rundliche Höhlungen des letzteren bergen in der Rindenzone kleine solide Kugelhaufen von Epithelzellen, sog. Ureier. Gegen die Brunst werden dieselben mehr in den Kern des Organes verschoben und blähen sich zu grösseren Blasen auf — Graafsche Follikel (R. de Graaf, 1671), weil in ihrem Inneren eine mit Flüssigkeit — Liquor folliculi erfüllte Spalte auftritt. Die Innenfläche der Follikelwand ist im allgemeinen sphärisch gekrümmt, nur an einer Stelle springt sie als Höcker —

Discus proligerus in die Höhle vor und umschliesst die kleine Eizelle (0,2 mm Durchmesser). Bei der Brunst wird der eibergende Follikel, dessen pralle Füllung sich immer mehr steigert, gegen die Oberfläche des Eierstockes geschoben, bis die ihn aussen deckende Bindegewebshülle und seine eigene Wand reisst. Der Discus proligerus samt dem Eie wird in die Bauchhöhle geschleudert und es bleiben in der Höhle des Stromas, welche der Follikel bisher

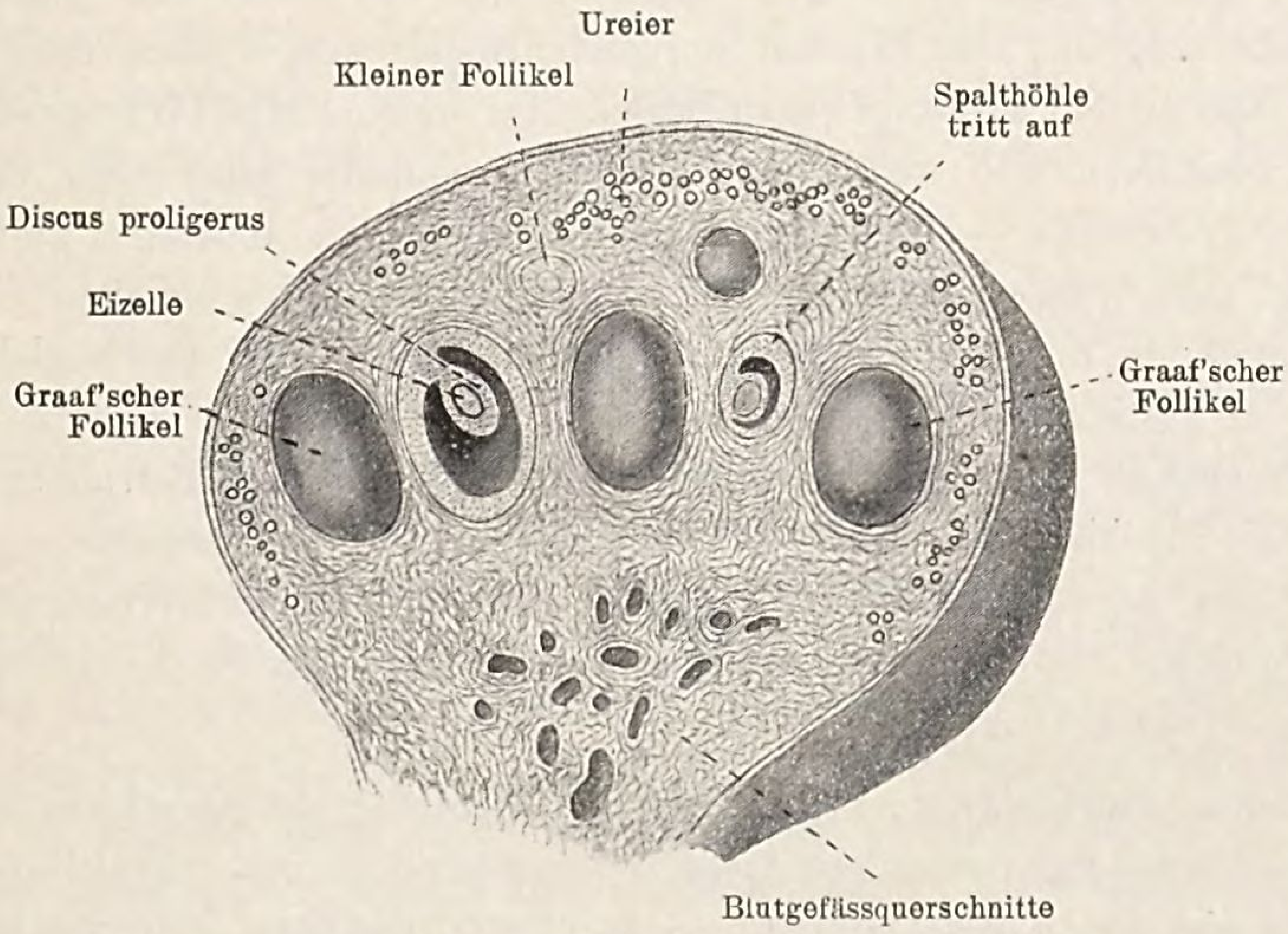


Fig. 90.
Schematischer Querschnitt durch den Eierstock einer jungen Katze.

ausfüllte, Stücke der Follikelwand und ein Bluterguss zurück. Aber diese Wunde wird durch Narbenbildung von einwucherndem Bindegewebe rasch ausgefüllt. Sie wird infolge ihres bräunlich blutigen Aussehens gelber Körper — Corpus luteum genannt.

Die Entwickelung der Spermatozoen und Eizellen wird weiter unten (p. 149—151) besprochen werden.

Eine männliche oder weibliche Keimzelle allein vermag in der Regel nicht die Entwickelung eines neuen Individuums anzuregen. Beide müssen sich vorher mit einander vereinigen, indem die ganze Samenzelle oder der grössere Teil derselben in das Ei eindringt und mit ihm verschmilzt — Akt der Befruchtung. Dann formen neue Umbildungen das Verschmelzungsprodukt — befruchtetes Ei zu einem neuen Tierkörper. Die Geschlechtszellen zeigen ganz bestimmte Formen und Vorrichtungen, so dass meist nur Samen- und Eizellen derselben Tierart fruchtbar verschmelzen. Schon Spallanzani (1729—1799) hat Samen und Eier von Kröten und Fröschen oder von Kröten und Salamandern gemischt, ohne die Befruchtung zu erzielen. In beschränktem Masse kommt aber eine fruchtbare Verschmelzung der Geschlechtszellen verwandter Tierarten vor, — Kreuzunng, Bastar-

dierung, z. B. können Pferd und Esel, Wolf und Schakal, Kaninchen und Feldhase, Löwe und Tiger, Karpfen und Karausche, Forelle und Saibling, Kanarienvogel und Stieglitz fruchtbar gekreuzt werden.

Die Geschlechtszellen reifen in bestimmten Perioden — Brunst und werden aus den Gonaden, sehr häufig auch aus dem Leibe des Geschlechtstieres durch die geschlechtlichen Leitungswege ausgestossen. Immer werden sie von den männlichen Tieren entleert, bei den Weibchen jedoch sind zwei Fälle möglich: die Eizellen werden entweder ausgestossen oder bleiben längere Zeit in den Leitungswegen liegen. Im ersten Falle (Wasserbewohner) treffen männliche und weibliche Keimzellen einander ausserhalb des Körpers der Elterntiere — äussere Befruchtung; im anderen Falle (Landtiere und viele Wasserbewohner) wird der Samen in die weiblichen Leitungswege eingeführt durch die Begattung und verschmilzt dort sogleich oder nach einer bestimmten Pause mit den Eizellen — innere Befruchtung. Die befruchteten Eier werden entweder direkt nach der Befruchtung oder kurze Zeit nachher von den Weibchen abgelegt — eierlegende, ovipare Arten oder sie entwickeln sich innerhalb des mütterlichen Körpers zu lebendigen Jungen, die mehr oder weniger reif geboren werden — lebendig gebärende, vivipare Arten.

Neben den Tierarten, bei welchen die Trennung der Geschlechter streng durchgeführt ist, giebt es andere Arten, deren männliche und weibliche Gonaden in einem einzigen zwitterigen — hermaphroditen Individuum vereint sind, z. B. viele festsitzende Tiere, ferner die Plattwürmer, viele Mollusken. Dann können Eierstock und Hoden nebst den zugehörigen Ausführkanälen entweder unabhängig neben einander liegen als ein hermaphroditer Komplex wohl ausgebildeter männlicher und weiblicher Geschlechtsorgane oder statt der getrennten Gonaden eine einheitliche Keimstätte — Zwitterdrüse vorhanden sein, in welcher dicht neben einander Eizellen und Spermazellen keimen. Die Ausführwege können in diesem Falle einfach zwittrig oder in Bahnen für die männlichen und weiblichen Produkte getrennt sein. Die Thätigkeit der zwitterigen Geschlechtsorgane ist immer so geregelt, dass die männlichen und weiblichen Keimzellen eines Individuums sich nicht befruchten können. Die Reife der männlichen Zellen eilt der weiblichen Reife voraus — Proterandrie, oder umgekehrt — Proterogynie.

So verbreitet auch die geschlechtliche Fortpflanzung durch Verschmelzung zweier in verschiedenen Individuen gezeugter Zellen ist, giebt es doch Beispiele dafür, dass unbefruchtete Eizellen ohne Zutritt eines Samenfadens sich in fertige Tiere umbilden. Man nennt diese bei Insekten (Blattläusen, Bienen, Wespen) und kleinen Süsswasserkrebsen häufige Erscheinung Jungfernzeugung — Parthenogenese (K. Th. von Siebold und R. Leuckart) Die Weibchen der Bienen und Wespen, welche während eines Hochzeitsausfluges begattet werden, vermögen befruchtete und par-

thenogenetische Eier abwechselnd zu legen. In seltenen Fällen kann sogar aus den unbefruchteten Eiern unfertiger Larven, z. B. der Gallmücke (Cecidomya) neue Brut entstehen — Kinderzeugung, Paedogenese.

Die Entwickelung.

Nach der Befruchtung hebt die Umbildung des Plasmaleibes der Eizelle an und schreitet, auch nachdem das junge Tier ausgekrochen ist, unablässig fort, um erst im Tode zu enden. Denn wie fortwährend neue Stoffe an die Stelle der durch den Lebensvorgang zerstörten Körpersubstanz treten, so unterliegt die Gestalt des Tierkörpers und aller seiner Teile beständigem Wechsel. Die blind und nackt geborenen Säugetiere öffnen erst etliche Tage nach der Geburt die Augenlider und werden allmählich in dichtes Haarkleid gehüllt. Die schwachen Milchzähne in ihren kleinen Kiefern weichen stärkeren komplizierter gebauten Nachfolgern. Das knorpelige Skelet wird in langsamem Wachstume vergrössert und knochenhart. Der Schädel wird derber geformt, die Muskeln kräftiger. Während der Körper an Masse zunimmt, wird das schreiende Missverhältnis seiner jugendlichen Teile harmonisch ausgeglichen und das Relief feiner modelliert. Die geschlechtliche Thätigkeit erwacht und schwellt die Formen des blühenden Körpers. Das Wachstum des Individuums schreitet fort, bis die jeder Tierart bestimmte Durchschnittsgrösse erreicht ist, dann regelt sich die Ökonomie des Körpers so, dass der Zustand längere oder kürzere Zeit erhalten bleibt. Diese Eigenschaften sind nicht beständig. Die Zähne nützen sich ab und fallen aus; das Haarkleid wird grau und licht, die Geschlechtsdrüsen veröden, der Herzschlag wird säumiger, die Kraft der Muskeln, die Beweglichkeit der Gelenke schwindet — endlich bricht der Leib tot zusammen.

Um in dieser ungehemmten Folge von Form- und Lebenszuständen wenigstens einen festen Punkt der Betrachtung zu gewinnen, ist man früher (Linné) übereingekommen, den Eintritt der geschlechtlichen Thätigkeit als Kennzeichen der Reife zu wählen und alle Beschreibung auf dieses Stadium zu beziehen. Perfectum autem animal dicitur, quod sui simile generare potest“, Harvey. (Fertig heisst das Tier, welches Nachkommen seinesgleichen zeugen kann.)

Bis zur Periode der Reife durchlebt jedes Individuum eine Zeit der Entwickelung, die an der befruchteten Eizelle, einem dem fertigen Körper recht unähnlichen Formzustande anhebt. Die morphogenetische Veränderung derselben erheischt verschieden lange Zeit: Tage, Wochen, Monate, Jahre. Das Eileben endet meist, bevor der aufkeimende Organismus die spezifische Grösse und Gestalt des „reifen“ Tieres erreicht hat. Unfertig und klein auf dem Kampfplatz des Leben erscheinend bedarf er langer Zeit, um zu wachsen und seine Organisation zu vollenden.

Die mannigfaltigen Arten des individuellen Entwickelungsprozesses im Tierreiche können in zwei Gruppen übersichtlich geordnet und durch folgende Merkmale charakterisiert werden.

I. Direkte Entwickelung.

Die wesentlichen Formänderungen erfolgen während des Eilebens. Wenn das junge Tier die Eischale verlässt, trägt es alle wichtigen Kennzeichen der Art, manchmal sogar die geschlechtliche Reife.

II. Indirekte oder Larvenentwickelung — Metamorphose.

Dem Ei entschlüpft ein Wesen, das mit provisorischen Organen ausgestattet den Eltern wenig ähnlich ist und erst während des selbständigen Lebens reift, gewissermassen ein vermummtes Tier — Larve.

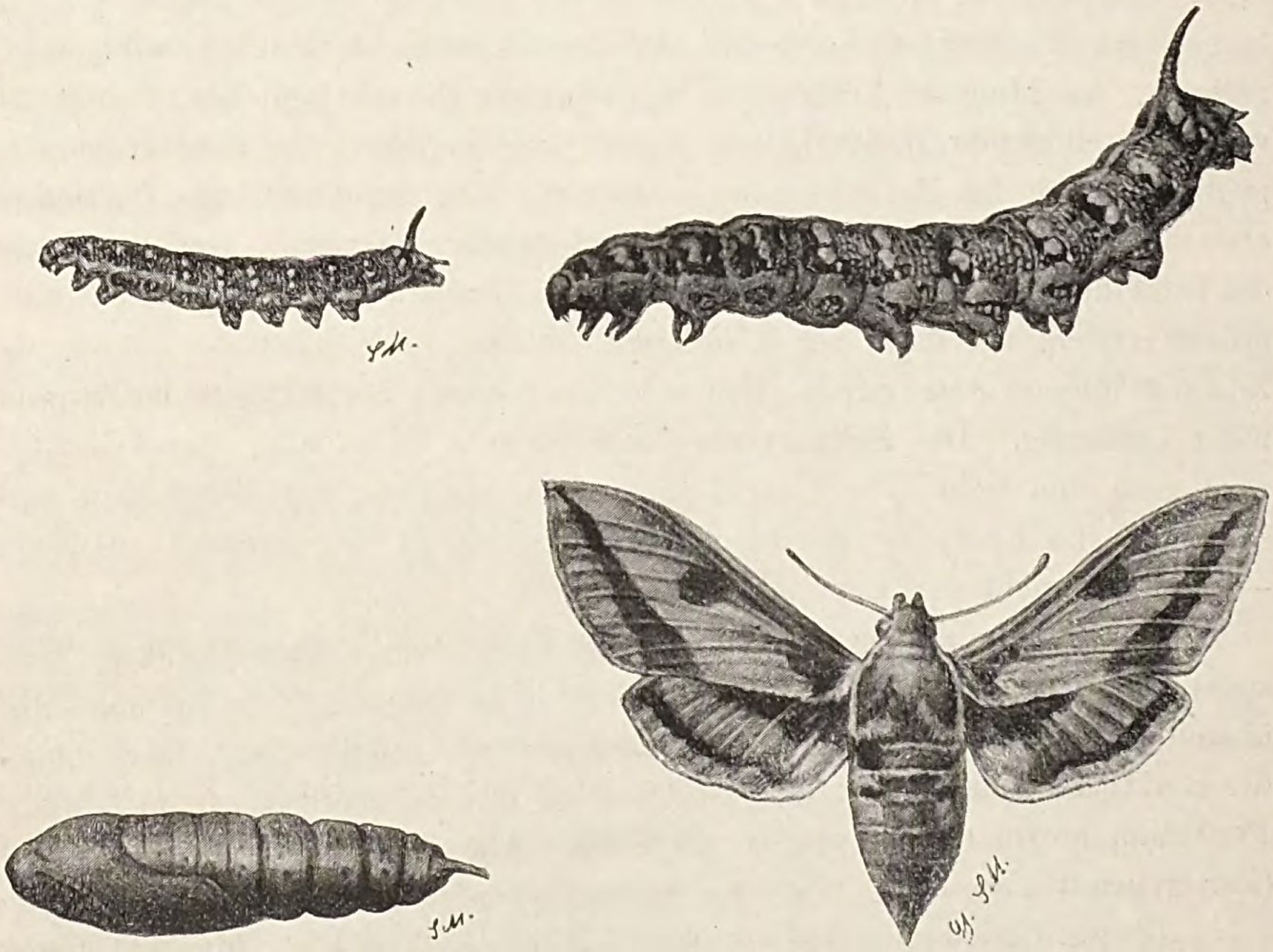


Fig. 91.
Vier Stadien in der Metamorphose des Wolfsmilchschwärmers (Sphinx Euphorbiae).

a) Unvollkommene Metamorphose werden die weniger auffallenden Umbildungen genannt, wenn die Larven viele Einzelheiten ihrer Erscheinung, Organisation und Lebensweise mit den Eltertieren gemeinsam haben.

b) Vollkommene Metamorphose: Die Larve besitzt nicht bloss durchaus anderes Aussehen, provisorische Larvenorgane und ermangelt vieler Organe des Geschlechtstieres, sondern liebt auch verschiedene Nahrung und Aufenthalt. Vor dem Eintritte der Reife verliert sie diese Eigenschaften

und bildet ihre Organe und Lebensgewohnheiten in sehr tief greifender Weise um, z. B.

der landbewohnende Frosch — Ei — die im Wasser schwimmende Kaulquappe mit langem Ruderschwanze, ohne Beine, pflanzenfressend.

der leichtbeschwingte, farbenglänzende, Nektar nippende Falter (Fig. 91). — Ei — die flügellose blattfressende Raupe.

Die Umwandlung der Larve erfolgt entweder während eines freibeweglichen Lebens oder in einem Stadium der Ruhe — Puppe. Larve und Geschlechtstiere verhalten sich nicht immer so, dass der spätere Zustand die vollkommenere Organisation zeigt — progressive Metamorphose, manchmal ist das reife Tier viel einfacher gebaut als die Larve — regressive Metamorphose, z. B. schmarotzende Krebse, Würmer.

In die Gruppen der direkten und indirekten Entwickelung sind jedoch nicht alle Vorgänge der individuellen Lebensgeschichte jeglicher Tierart so leicht und scharf einzureihen, wie es nach der Definition der Begriffe scheint. Selbst die direkte Entwickelung kann aus morphologischen und physiologischen Gründen als eine unvollkommene Metamorphose betrachtet werden, deren einzelne Phasen nur nicht stark von einander abweichen, z. B. die Entwickelung der hilflosen Jungen der Säugetiere und der Nestjungen der Vögel, wo die Proportionen, das Lageverhältnis, das Relief und die Struktur der Organe sich in der Kinderzeit ganz bedeutend ändern.

Die Vererbung.

Wenn man die einander folgenden Geschlechter irgendwelcher Tierart: Grosseltern, Eltern, Kinder, Enkel u. s. w. vergleicht, findet man die wesentlichen Eigenschaften aller Nachkommen übereinstimmend, nicht bloss die auffälligen systematisch verwerteten Kennzeichen, sondern oft auch ganz unbedeutende Züge individueller Eigenart. Die mit dem Tode erfolgende Vernichtung aller Eigenschaften der Individuen wird also durch das konstante Wiedererscheinen derselben bei den Nachkommen aufgewogen. Man hat diesen Vorgang Vererbung genannt und spricht von der Erblichkeit der Eigenschaften in dem Sinne, dass die lebendigen Wesen ihre Eigenschaften bei der Fortpflanzung auf ihre Abkömmlinge übertragen und immer Ihresgleichen zeugen. Lange Zeit ward aber übersehen, dass nicht jede Eigenschaft der Eltern mit unfehlbarer Notwendigkeit bei den Kindern wieder auftritt und viele huldigten dem Glauben, dass alle Individuen einer Art unveränderlich dieselben Eigenschaften und Merkmale besässen. Dem feinen Beobachtungsvermögen Linnés, der gewöhnlich als Begründer des starren Dogmas der Unveränderlichkeit der Arten hingestellt wird, waren zwar die bedeuten-

den individuellen Unterschiede in der Generationsreihe einer Art nicht entgangen (vgl. p. 14), allein seine Nachfolger hatten sich so sehr in die andere Auffassung verrannt, dass Darwin ein reichhaltiges Material anführen musste, um die wissenschaftliche Diskussion zur Erörterung der Thatsachen zu bewegen, welche gegen die einseitige Auffassung des Vererbungsvorganges sprachen. Jeder Abkömmling mag seinen Erzeugern im allgemeinen sehr ähnlich sein, ein klein wenig unterscheidet er sich doch von ihnen und steht als eigenartige Individualität neben seinen Geschwistern. Geringfügige Abänderungen in der Grösse, Gestalt, Dicke und Länge der Organe, in Textur, Relief und Proportion einzelner Körperteile, Abtönung der Farbe und Zeichnung u. s. w., bedingen mannigfaltige Unterschiede der Individuen, sei es nur einer Familie von Blutsverwandten (im engsten Sinne) oder einer Tierart. Wie uns die Besonderheiten menschlicher Art von Kindesbeinen an vertraut und unverwischbar dem Personengedächtnisse eingeprägt sind, finden wir sie auch in den Rassen und Spielarten der Haustiere: Pferde, Rinder, Schafe, Hunde, Katzen und der Fachmann gewahrt unter den Gliedern jeglicher Tiergruppe eine manchmal deutlicher, manchmal schwerer nachzuweisende individuelle Verschiedenheit. Die Fortpflanzung zeugt eben nicht vollkommen gleiche, in allen Eigenschaften identische oder kongruente Tiere, sondern Lebewesen, welche durch vielfache Nuancen unterschieden sind: abändernde, variierende Individuen. Um den Gegensatz zu der älteren einseitigen Ansicht scharf in Worten zu präzisieren, ward dem engen Begriffe der Erblichkeit, welche allen Abänderungen abhold strenge Umwandelbarkeit der tierischen Individuen durchsetzen sollte, der Begriff der Variation oder Variabilität der Arten gegenübergestellt. Die moderne Wissenschaft gebraucht also zwei Worte zur Bezeichnung der allgemeinen Erscheinung, dass die Glieder einer Generationsreihe nur in einem gewissen (für jeden Fall besonders zu bestimmenden) Grade übereinstimmen.

Alle Haustiere und viele wild lebende Arten, z. B. Schmetterlinge, Käferarten variieren so stark, dass es schwer hält aus der Masse der gleichzeitig lebenden Individuen zwei völlig gleiche Exemplare auszuwählen. Die Variation erscheint noch hochgradiger, wenn man Nachkommen eines bastardierten Paares, dessen Glieder zwei verschiedenen Tierarten zugehören, vergleicht. Die Kreuzung eines Pferdehengstes mit der Eselstute liefert den Maulesel, die Kreuzung der Pferdestute mit einem Eselhengste das Maultier, welche die Eigenschaften der Eltern in verschiedenem Grade gemischt besitzen.

Neben den Fällen, in welchen die meisten Eigenschaften der durch das Band der Zeugung verknüpften Nachkommen übereinstimmen, sind andere bekannt, wo die Kinder anders aussehen als die Eltern, z. B. der Saisondimorphismus der Schmetterlinge (Fig. 92, 93). Die aus überwinterten Puppen im April und Mai ausschlüpfenden Netzfalter (Vanessa levana L.), deren Flügel rotgelb und schwarz gefleckt sind (Fig. 92), zeugen eine vom Juli bis zum Herbst fliegende Sommergeneration (Vanessa prorsa L.), deren

dunkle Flügel von einer weissen Querbinde durchzogen sind (Fig. 93). Diese zeugen wieder die Frühjahrsgeneration (Vanessa levana L.). In anderen Fällen wechselt aber nicht nur das äussere Ansehen, sondern auch geschlechtliche Eigenschaften — Heterogonie und die direktesten Blutsverwandten haben die Fähigkeit, sich entweder durch Ei-Sperma oder durch Knospung zu vermehren. Bei den Blattläusen z. B. wechseln geschlechtliche und parthenogenetische Generationen. Die parthenogenetisch sich fortpflanzenden Blattläuse sind geflügelt, hingegen unter den Geschlechtstieren sind nur die Männchen beschwingt, die Weibchen flügellos. Bei einem Spulwurme (Ascaris nigrovenosa) wechseln getrennt geschlechtliche und hermaphrodite Generationen in regelmässigem Cyklus etc.

Andere Beispiele der im Laufe der Generationen wechselnden Art der Fortpflanzung werden als Generationswechsel — Metagenesis bezeichnet (Chamisso 1819, Steenstrup 1842). Aus den Eiern getrennt geschlechtlicher oder zwitteriger Tiere kriechen Nachkommen —

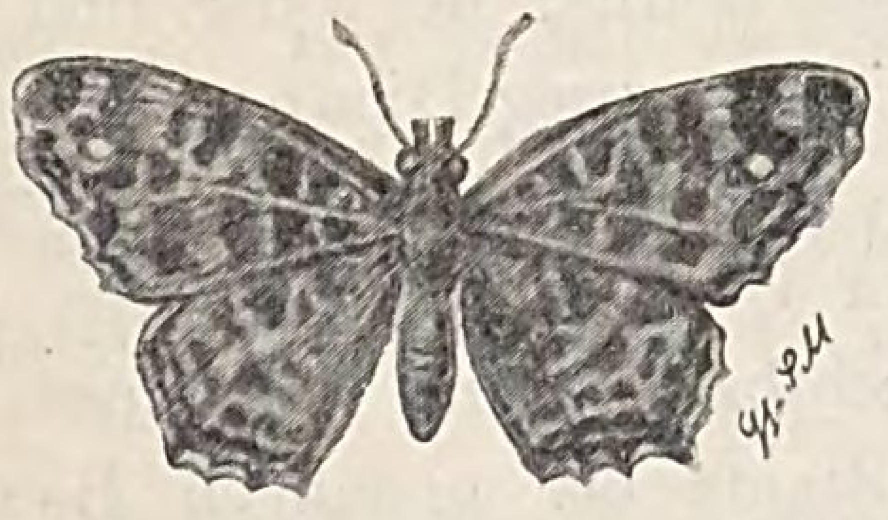


Fig. 92.
Vanessa levana (L.)

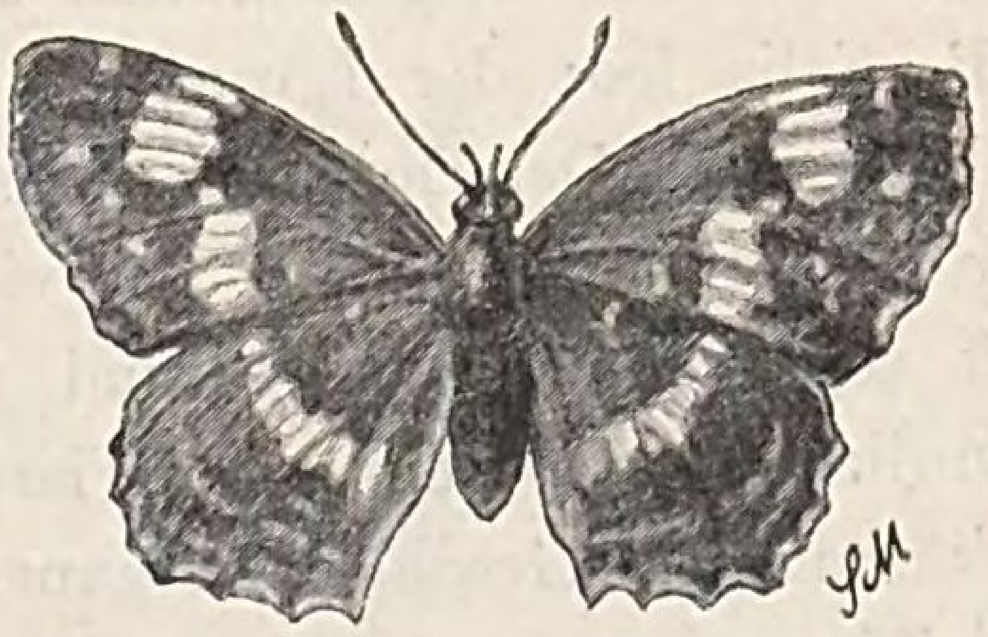


Fig. 93.
Vanessa prorsa (L.)

Ammen heraus, welche niemals Gonaden entwickeln, aber doch im stande sind, neue Brut auf ungeschlechtlichem Wege durch innere oder äussere Knospung zu erzeugen; die ungeschlechtlich gezeugten Abkömmlinge aber sind wieder mit Gonaden versehen. So kettet das Band der Fortpflanzung zwei Generationen von ganz verschiedenem d. h. geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Zeugungsvermögen, welche nicht bloss durch die Geschlechtsorgane, sondern auch durch die übrige Organisation, Aussehen und Lebensweise sehr stark von einander differieren. Die Unterschiede der periodisch alternierenden Generationen sind so gross, dass lange Beobachtung nötig war, ihre genetische Zusammengehörigkeit zu erkennen. Die Ammen sind oft den Geschlechtstieren recht ähnlich, z. B. bei den Salpen — direkter Generationswechsel oder sie sind viel einfacher, d. h. larvenähnlich gebaut, z. B. Plattwürmer — Larvengenerationswechsel. In den Fällen geschlechtlicher Fortpflanzung hält die Individuenzahl der Nachkommen ein direktes Verhältnis zur Zahl der befruchteten Eier ein. Bei der Vermehrung durch Generationswechsel hängt die Zahl der Nachkommen von der Zahl der befruchteten Eier und von der Knospungsenergie der Ammen ab.

Der Umfang des Speciesbegriffes.

Bei der Fortpflanzung erfüllen die männlichen und weiblichen Individuen verschiedene Aufgaben und sind dementsprechend durch verschiedene Eigentümlichkeiten — sekundäre Geschlechtsmerkmale ausgezeichnet. Die Männchen sind gross, besitzen Stimmorgane, die Weibchen zu locken, die Kraft und Gewandtheit, sie bei der Begattung festzuhalten, Waffen, um ihren Besitz zu kämpfen, prächtigen Schmuck (Mähne des Löwen, Geweih des Hirsches, buntes Gefieder der Vögel), ihnen in die Augen zu fallen. Die Weibchen hingegen sind klein, schwächlich, einfach gefärbt, sie übernehmen meistens die Sorge für die Eier und junge Brut. Doch wechseln die Geschlechtscharaktere in mannigfacher Weise, oft ist kaum ein äusserlicher Unterschied zwischen beiden Gatten zu finden, oft spielt das Männchen bei der Brntpflege die eigentlich dem Weibchen zukommende Rolle, oft sind die geschlechtlichen Kennzeichen alle nur während der Brunst deutlich entwickelt, oft bleiben sie ständig erhalten.

Aus diesen Verhältnissen erhellt, dass der systematische Speciesname mindestens zwei Gruppen von Individuen bezeichnet, welche neben recht vielen ähnlichen Eigenschaften auch recht auffallende Unterschiede besitzen, z. B. Felis leo: der Löwe und die Löwin; Bos taurus: der Stier und die Kuh u. s. w. Der Doppelsinn des Artnamens wird kurzweg Dimorphismus der Species genannt. Bei vielen niederen Tieren besitzt der Speciesbegriff sogar trimorphen und polymorphen Umfang, wenn neben den männlichen und weiblichen Tieren noch unfruchtbare sterile Individuen mit verkümmerten Geschlechtsorganen, z. B. im Staate der geselligen Bienen- und Wespenarten neben brünstigen Weibchen — Königin, brünstigen Männchen — Drohnen unfruchtbare Weibchen — Arbeiter vorkommen. Den Bau der kriegerischen Termite (Termes bellicosus) in West- und Ostafrika bevölkern ein flügelloses Männchen — König, ein flügelloses Weibchen — Königin, zu bestimmten Perioden junge geflügelte Männchen und Weibchen, ferner flügellose, geschlechtlich verkümmerte Männchen und Weibchen mit mässig grossen Köpfen — Arbeiter und ungeflügelte, geschlechtlich verkümmerte Männchen und Weibchen mit riesigem Kopfe und kräftigen Beisswerkzeugen — Soldaten.

Bei allen Tieren mit Larvenentwickelung oder Wechsel der Fortpflanzungsart dürfen die Speciesmerkmale nicht ausschliesslich vom geschlechtsreifen Individuum abgeleitet, sondern sie müssen allen Stadien der Umbildung und allen alternierenden Generationen entnommen werden. Die ungenaue Kenntnis der Entwickelungsgeschichte hat früher oftmals zu Irrtümern Anlass gegeben; Larven sind als besondere Arten beschrieben und falschen Gruppen des Systems eingereiht worden.

Die Reifung der Geschlechtszellen.

Lange vor dem Auftreten der äusseren in Aussehen und Verhalten der reifen Tiere kund werdenden Merkmale der Brunst spielen in den Gonaden

lebhafte Prozesse, um die Geschlechtsprodukte für die Entleerung vorzubereiten. Die epitheliale Tapete der soliden, später hohl werdenden Zellstränge in den Gonaden wird durch mehrfache Teilung mehrschichtig und ihre Elemente in Spermatozoen oder reife Eizellen umgebildet. Da die reifen Geschlechtszellen ganz ausgestossen werden, ist mehrmalige Funktion desselben Epithel-Abschnittes unmöglich. Er verödet, andere treten an seine Stelle.

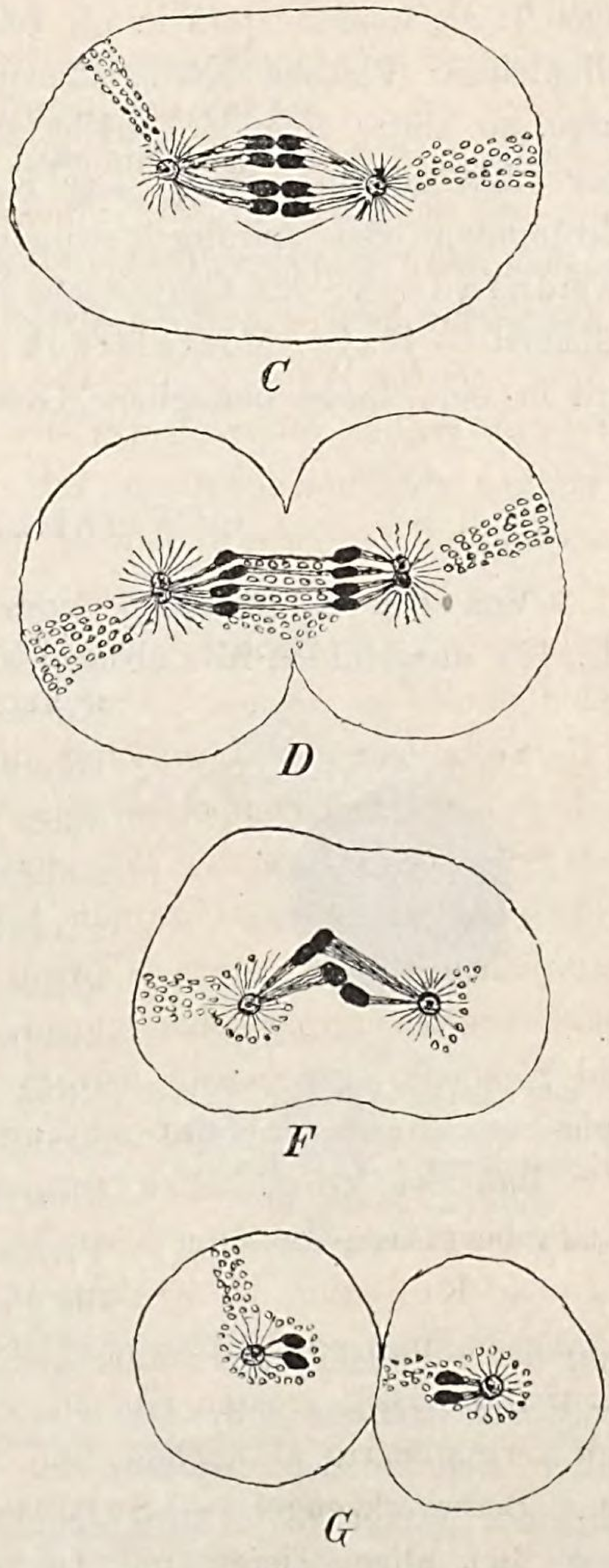


Fig. 94.
Die beiden Teilungen einer Hodenzelle des Pferdespulwurmes. Nach A. Brauer (Arch. f. mikr. Anat. 42).
C, *D* Teilung der Spermatogonie, *F* Teilung der Spermatocyte, *G* zwei Spermatiden.

Typisch sind in den männlichen wie weiblichen Keimstätten zwei auf einander folgende Teilungen der reifenden Keimzellen, von welchen die erste eine Äquations-, die zweite eine Reduktionsteilung (p. 134) ist. Dadurch wird jede der ursprünglichen Epithelzellen auf vier Zellen vermehrt. Im männlichen Geschlechte sind alle vier funktionsfähig, im weiblichen Geschlechte wird nur eine verwendet.

a) Männliches Geschlecht.

Die Epithelzellen der Hodenstränge haben verschiedenes Schicksal. Ein kleinerer Teil beteiligt sich nicht an der Samenbildung, und dauert als Stützzellen — Follikelzellen, die übrigen aber — Ursamenzellen, Spermatogonien bilden sich in Samenfäden um. Sie teilen sich zuerst in zwei Zellen — Spermatocyten und jede derselben durch Reduktionsteilung wieder in je zwei Zellen — Spermatiden. Die vier Spermatiden besitzen deshalb nur die Hälfte der in den ursprünglichen Ursamenzellen vorhandenen Chromosomen. In Fig. 94 ist dieser Vorgang nach einem sehr einfachen Beispiel beim Pferdespulwurm illustriert. Fig. *C* und *D* stellen eine Spermatogonie während der ersten Äquationsteilung dar, welche den beiden neu entstehenden Tochterzellen (Spermatocyten) (Fig. *D*) je 4 dunkel gezeichnete Chromosomen zuweist. Fig. *F* und *G* zeigt die Reduktionsteilung

einer Spermatocyte, durch welche nur je zwei Chromosomen in die Tochterzellen (Spermatiden) (Fig. *G*) gelangen.

Die Spermatiden erfahren bei den meisten Tierarten folgende Umbildungen[1]: sie werden stark in die Länge gestreckt und dann die drei Zonen des Zellenleibes: Plasma, Kern, Centrosoma, welche bisher in einander gebettet waren, so hinter einander gereiht, dass Kern, Centrosoma und Plasmaleib in einer Linie geordnet sind. Der Kern streckt sich zu einem geraden oder gekrümmten oder spiralig gewundenen chromatischen Stab — Kopf des Samenfadens; das Centrosoma hängt an ihm als dünnes Kügelchen oder Stäbchen — Hals, Mittelstück des Samenfadens und der Plasmaleib wird in eine lange bewegliche Geissel — Schwanz ausgezogen.

b) Weibliches Geschlecht.

Von den Epithelzellen eines Eifollikels wird nur eine einzige zur Eizelle ausgebildet, alle übrigen bleiben indifferente Follikelzellen. Auf Kosten der letzteren wachsen die Eizellen zu voluminösen sphärischen Gebilden heran, welche durch die doppelte Teilung wenig an Volumen einbüssen, weil sie in Teilstücke von sehr ungleicher Grösse zerlegt werden (Fig. 95). Die kleinen Teilstücke werden I. und II. Richtungskörperchen genannt. Die chromatische Substanz des Eikernes aber erleidet das gleiche Schicksal wie die der Ursamenzellen. Fig. 96 illustriert den einfachen Vorgang am Ei des Pferdespulwurmes. Immer rückt der Eikern an die Peripherie der Eizelle, weil die in der Richtung des Spindeläquators durchschneidende Teilungsebene ungleiche Hälften der Eizelle trennen soll. Die vier Gruppen von je zwei chromatischen Fäden stellen sich in den Äquator der Spindel (Fig. *A*), die Äquationsteilung schneidet davon die Hälfte samt wenig Plasma als winzig kleine Zelle — I. Richtungskörperchen ab (Fig. 96 *B*). Ohne dass sich die in der grossen Eitochterzelle zurückgebliebenen Chromosomen in das Netzwerk eines ruhenden Kernes aufgelöst hätten, tritt eine neue Teilungsspindel auf (Fig. 96 *C, D*) und schiebt je zwei Chromosomen an entgegengesetzte Pole, so dass das II. Richtungskörperchen und die grosse Eizelle nur die Hälfte der ursprünglich vorhandenen chromatischen Kernmasse besitzen. Der im Ei zurückgebliebene Kern wird weiblicher Vorkern genannt. Die eben

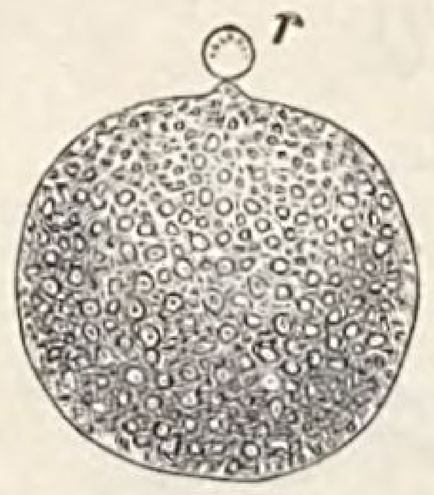


Fig. 95.
Ei der Tellerschnecke (Planorbis cornea) nach der ersten Reifeteilung. Nach Rabl (Morph. Jahrb. 5).
r das kleine Richtungskörperchen.

[1]) Da beim Pferdespulwurm der Vorgang in abweichender Weise verläuft, ziehen wir ihn nicht genauer in Betracht.

beschriebenen Teilungen der Eizellen erfolgen oft innerhalb, oft ausserhalb des mütterlichen Körpers.

Die jeder Zelle zukommenden Bestandteile haben an der Eizelle früher besondere, noch heute übliche Namen erhalten. Man nennt

den Plasmaleib — Bildungsdotter,
die Zellmembran — Dottermembran,
den Kern — Keimbläschen,
das Kernkörperchen — Keimfleck.

Die Eizellen enthalten die geringfügigen Stoffmengen für den Aufbau eines Tieres. Ihrem Plasmagerüste sind häufig Tröpfchen oder Schollen von

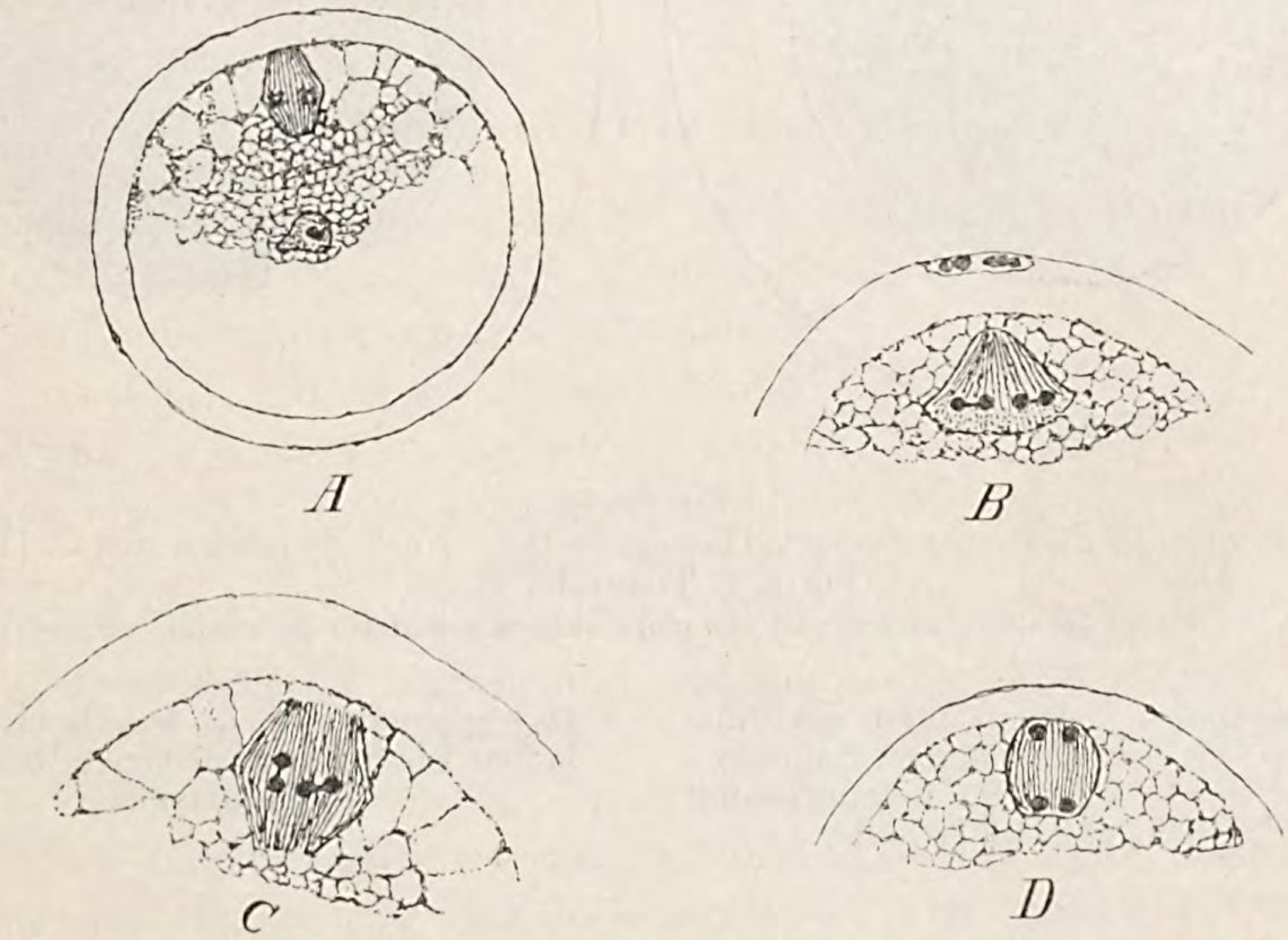


Fig. 96.

Bildung der Richtungskörperchen am Ei des Pferdespulwurmes. Nach Boveri (Zellstudien. 1.)

A Die Teilungsspindel des Eikernes steht nahe der Eioberfläche, in ihrem Äquator liegen die chromatischen Fäden. Im Ei selbst, dessen Plasmaleib nicht vollstandig ausgezeichnet ist, liegt das birnförmige Spermatozoon, das beim Spulwurm früher eindringt als die Richtungskörperchen gebildet sind.

B, *C*, *D* Die oberen Abschnitte des Eies. *B* Nach der Abschnürung des 1. Richtungskörperchen, das der Eihaut anliegt, ist im Ei die Hälfte der Chromosomen zurückgeblieben. *C* Sie schicken sich zur zweiten Teilung an und sind in *D* soweit auseinander gerückt, dass eine neue, nahe der Oberfläche einschneidende Teilungsfurche die peripher stehenden Chromosomen abschnüren wird.

Reservestoffen — Dotter, Lecithon eingesprengt, gewissermassen ein konzentriertes Material, welches während der Eientwickelung zur Vergrösserung des Bildungsplasmas beiträgt, so dass aus dem befruchteten Eie der vielzellige Leib einer grossen Larve herauswachsen kann. Den Dotter findet man gleichmässig im Eileibe verteilt — homoiolecithale Eier oder an einem Pol zusammengeschoben — telolecithale Eier oder im Centrum aufgespeichert — centrolecithale Eier oder den peripheren Schichten eingelagert — ektolecithale Eier. Der Dottergehalt der Eier hängt mit biologischen und anatomischen Eigenschaften der Arten zusammen. Dotter-

reiche Eier stammen von kräftigen Müttern, welche die zur Bildung notwendigen Nahrungsmassen leicht erwerben können und während einer Brunst-

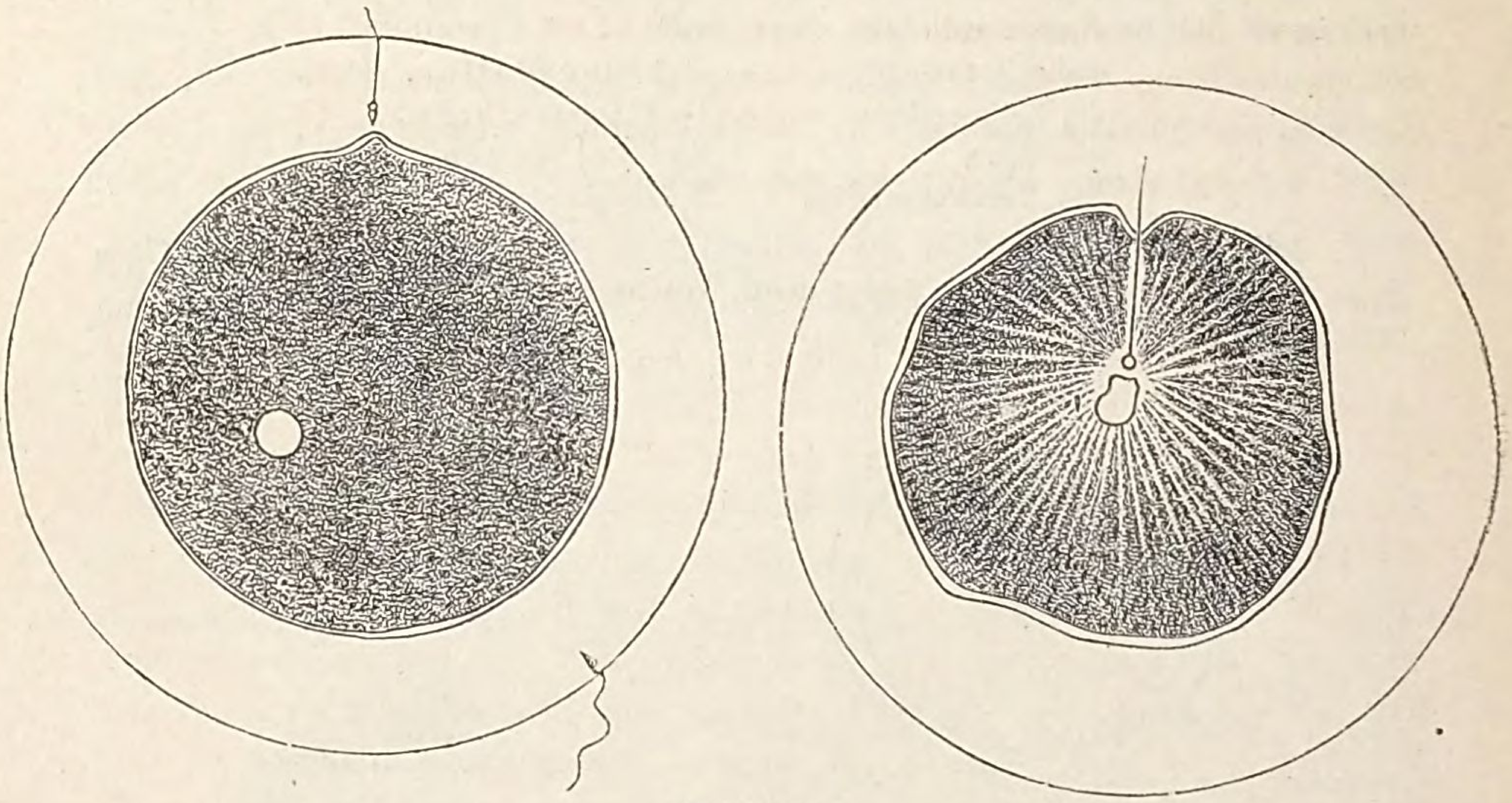


Fig. 97—98.
Befruchtung des Eies eines Seeigels (Toxopneustes). Nach Selenka aus v. Ihering (Vortr. f. Tierärzte. H. 4).
Der dunkel gehaltene Eikörper ist von einer weissen gallertigen Schutzhülle umgeben.

Fig. 97.
Ein Spermatozoon dringt durch die Hülle gegen eine kleine Vorwölbung, Empfängnishügel des Eies vor. Ein anderes steckt noch in der Gallerthülle.

Fig. 98.
Das Spermatozoon ist bereits bis an den hellen Eikern vorgedrungen. Strahlung im Eiplasma.

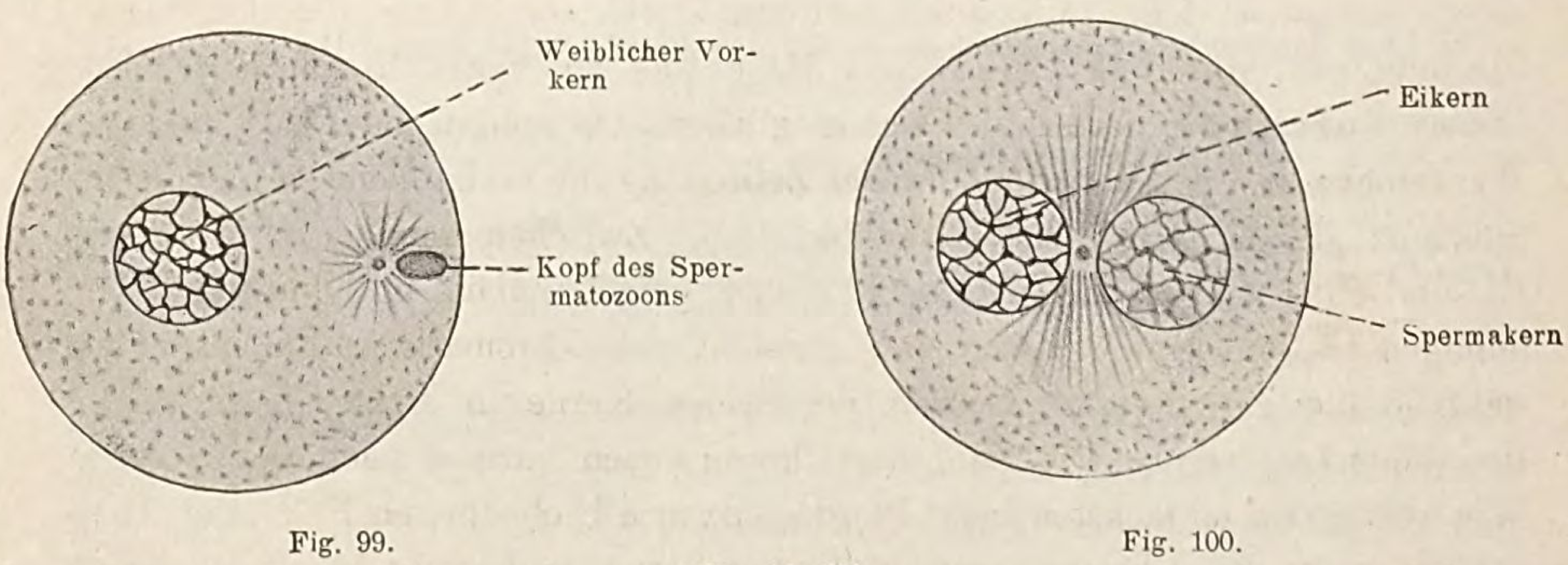


Fig. 99. Fig. 100.
Fig. 99—100.
Schematische Darstellung des befruchteten Eies. Nach Boveri.

periode eine verhältnismässig geringe Eierzahl ablegen. Die wirbellosen im Wasser lebenden Tiere legen meist dotterarme Eier in ungeheuerer Zahl ab, welchen rasch selbständige Larven entschlüpfen.

Die von der Mutter abgelegten Eier werden entweder im Eierstocke mit einer widerstandskräftigen Membran — Chorion oder in den Leitungswegen mit sekundären Schutzhüllen: Eiweiss, Gallerte, Kalkschalen u. s. w. umgeben oder nach der Ablage durch ein erstarrendes Sekret verhüllt, z. B. Fadenkokons der Spinneneier. Die Befruchtung erfolgt in diesen Fällen, ehe die Schutzhüllen gebildet werden oder die Schutzhülle trägt eine kleine Pforte — Mikropyle zum Eintritt des Samenfadens.

Die Befruchtung und Teilung des Eies.

Die Entwickelung neuer Individuen beginnt, nachdem eine Samenzelle (selten mehrere, Haifische, Reptilien) in die reife Eizelle eingedrungen ist (Fig. 97, 98). Der Kopf (Kern) samt dem Mittelstück (Centrosoma) des Samenfadens trennt sich von dem Schwanze und schwillt, indem er Zellsaft des Eileibes endosmotisch aufsaugt, als Kernbläschen — Spermakern an (Fig. 99, 100). Dadurch besitzt die Eizelle zwei Kerne, den weiblichen Vorkern und den Spermakern, von denen jeder halb soviel Chromosomen enthält, als die Kerne der elterlichen Hoden- und Eierstockszellen. Nach der Befruchtung ist also wiederum die normale Menge von Chromosomen, die vorher während des Reifeprozesses reduziert worden war, in der Eizelle vorhanden.

Jetzt beginnt die Umbildung des Eies in einen neuen Organismus, der alle wesentlichen Eigenschaften der Eltern besitzt. Dieser Vorgang bedeutet zunächst die Vermehrung einer Zelle auf die unermessliche Zellenzahl des fertigen Tierleibes und die Ordnung derselben in bestimmte Schichten und Gruppen, welche anfänglich von der epithelialen Reihung beherrscht sind.

Aus der befruchteten sphärischen Eizelle kann der epitheliale Verband einer grösseren Zellenzahl nur entstehen durch Zerlegung der gegebenen Plasmamasse, durch Teilung des Eileibes in viele Tochterzellen. Dieser Furchung genannte Vorgang gliedert das sphärische Ei in kleinere Werkstücke und verteilt wie bei jeder Zellteilung die vorhandene chromatische Substanz gleichmässig auf die Tochterzellen. Zwischen den Centrosomen des Ei- und Spermakernes, welche sich vorher geteilt haben und mit ungleichnamigen Hälften verschmolzen sind, entsteht eine achromatische Fadenspindel, während das chromatische Gerüste der beiden Kerne in dicke Chromosomen eingeschmolzen wird. Die Zahl der Chromosomen variiert nach der Species. Wir wollen den einfachsten beim Pferdespulwurm beobachteten Fall (Fig. 101) verfolgen, wo zwei Chromosomen des Spermakernes und zwei Chromosomen des Eikernes vorhanden sind. Sie stellen sich in den Äquator der Spindel ein, spalten sich der Länge nach; ihre Tochterfäden, Abkömmlinge der zwei Sperma- und Eifäden rücken entgegengesetzten Polen der Spindel zu (Fig. 102, 103). Dann durchschneidet eine Teilungsfurche den Eileib in der Ebene des Spindeläquators und trennt äusserlich die zwei neuen Tochterzellen ab. Die vier

Chromosomen jedes Teilstückes werden in das chromatische Netz des ruhenden Kernes aufgelöst, bis eine neue Teilung eintritt.

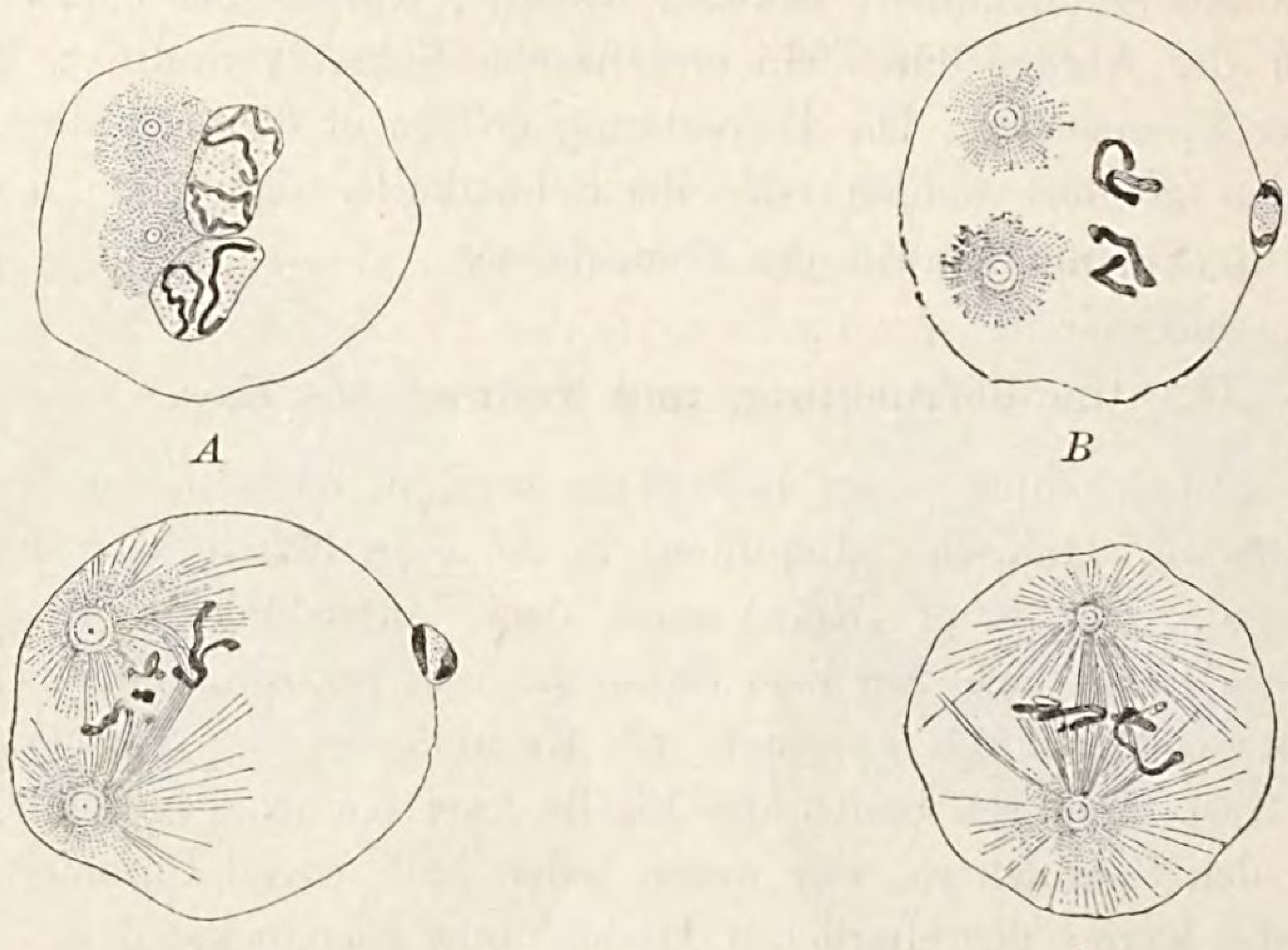


Fig. 101.

Vier Stadien eines befruchteten Eies des Pferdespulwurmes, Ascaris megalocephala, nach der Ausstossung der beiden Richtungskörperchen. Nach Boveri (Zellstudien 2).
A Der Samen- und Eikern, jeder zwei chromatische Fäden enthaltend, liegen nebeneinander; links stehen die zwei Centrosomen, umgeben vom strahligen Archoplasmahofe. *B* Die Membran beider Kerne ist aufgelöst. *C* Zwischen den beiden Centrosomen spannen sich die achromatischen Fasern der Teilungsspindel, die beiden männlichen und weiblichen Chromosomen sind gegen den Äquator derselben gerückt. *D* Chromosomen um den Äquator der Spindel gestellt. Die Längspaltung der Chromosomen tritt dann ein.

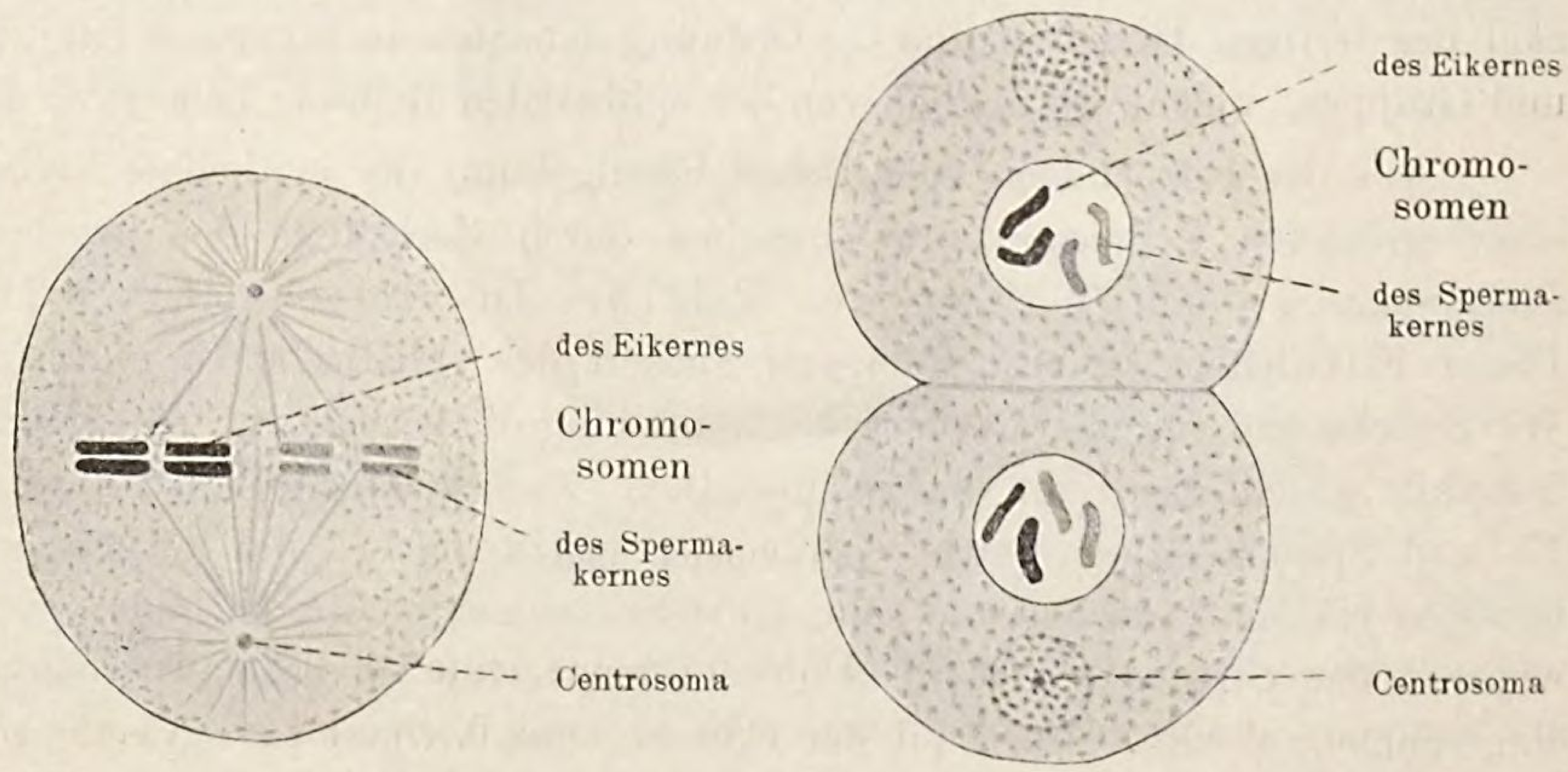


Fig. 102—103.

Schematische Darstellung der ersten Teilung eines befruchteten Eies. Nach Boveri.

Die strengen Normen folgende Stellung der Teilungsfurchen lässt sich leicht übersehen, wenn man sie auf die Lage der wenigen einfachen Hauptebenen jedes sphärischen Körpers bezieht. An der im Furchungsprozesse befindlichen Eikugel können die Furchungsebenen:

1. mit der Achse zusammenfallen, meridionale Richtung,
2. senkrecht zur Achse als Scharen äquatorialer Ebenen verlaufen,
3. parallel der Oberfläche ziehen,
4. in die Richtung von Radialebenen fallen.

Reguläre Furchung:

Die erste meridionale Ebene spaltet das Ei in zwei Halbkugeln (Fig. 104), eine zweite meridionale zur ersten senkrechten Ebene diese in vier Quadranten (Fig. 105). Die Schnittlinie beider Ebenen geht durch den oberen — animalen

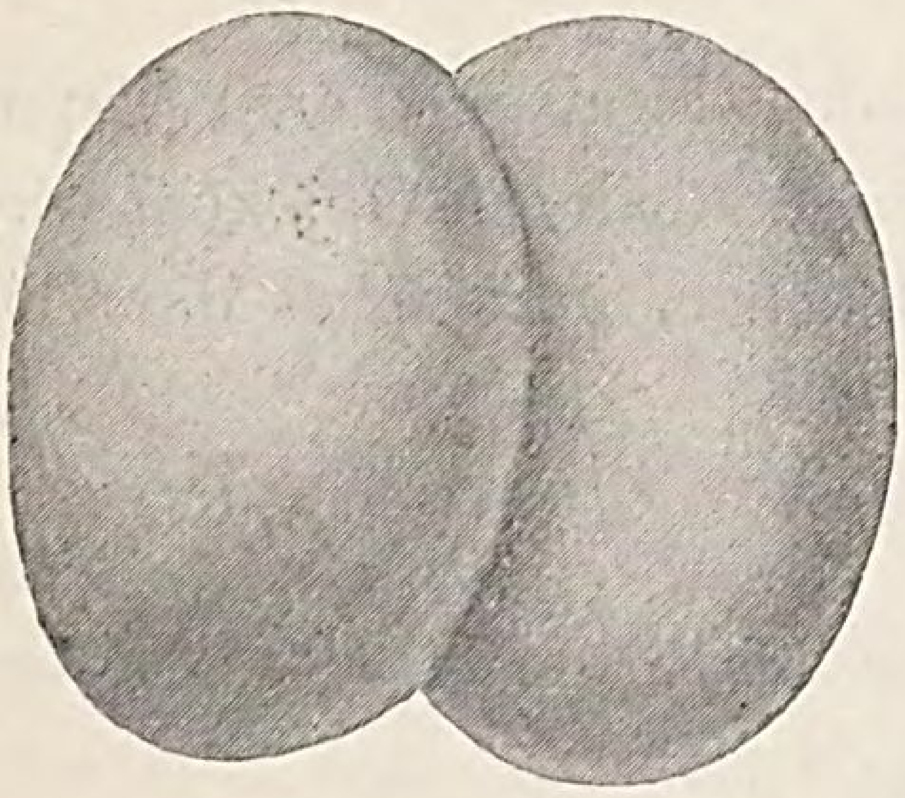


Fig. 104.
Zweiteilung.

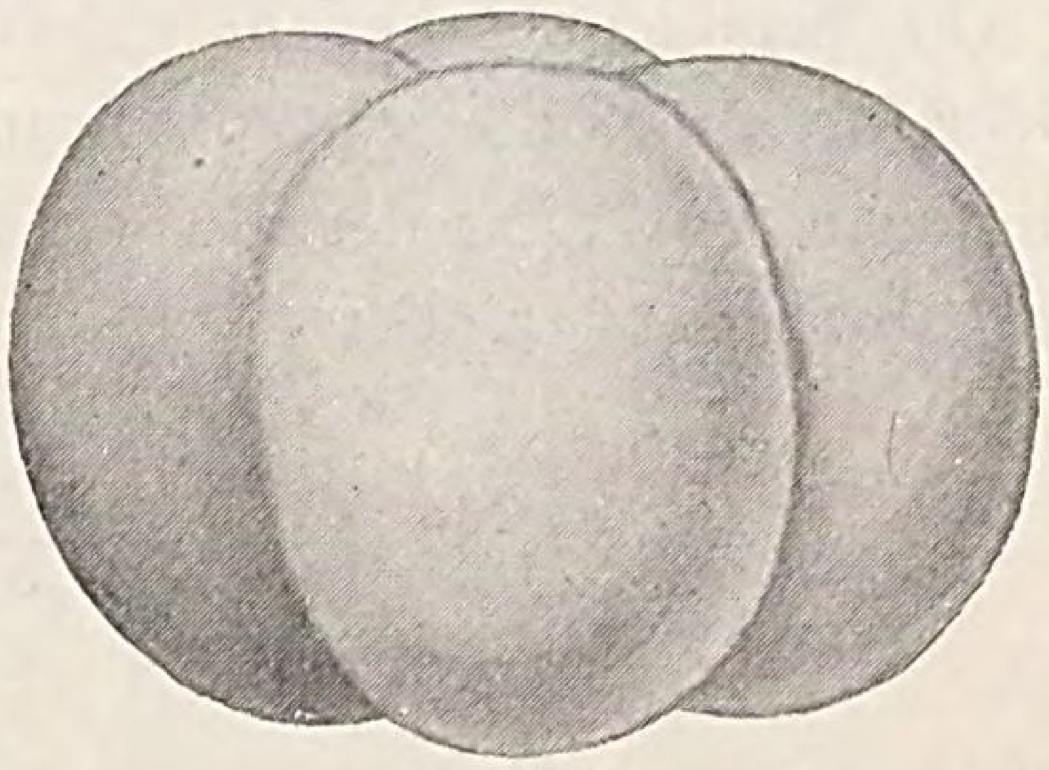


Fig. 105.
Vier Furchungszellen.

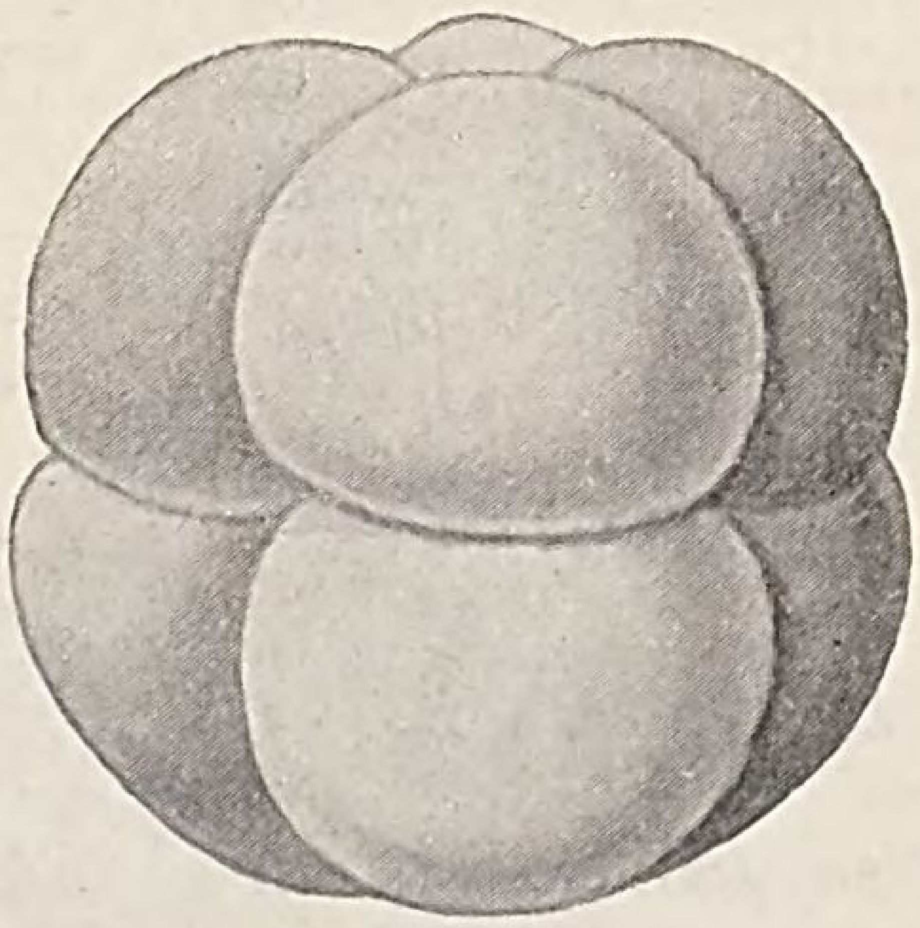


Fig. 106.
Acht Furchungszellen.

und unteren — vegetativen Pol. Dann folgt eine dritte Teilung in der Richtung der Hauptäquatorialebene und zeugt acht in zwei übereinander geschichteten Kränzen von je vier Elementen geordnete Zellen (Fig. 106). Daraus werden sechzehn Zellen, indem meridionale Teilwände in Winkeln von 45° zu den Hauptmeridionalen geneigt einschneiden und die Zellen jedes Kranzes halbieren, so dass je acht Zellen in zwei Kränzen liegen. Hernach entstehen vier Kränze von je acht Elementen, weil zwei dem Äquator parallele Ebenen die ursprünglichen Zellen halbieren. Die weiter fortgesetzte Teilung in neuen meridionalen, hierauf in neuen äquatorialen Ebenen steigert die Zahl der Furchungs-

zellen immer mehr. Der Verlauf der Teilung lässt sich in folgender Formel übersichtlich zusammenfassen. (Die Teilung in äquatorialer Richtung ist dabei durch Bruchstriche gekennzeichnet, m_{1-16} bedeutet die Teilung in meridionaler Richtung.)

$$1 \text{ Eizelle}, \; m_1 : 2, \; m_2 : 4, \; \frac{4}{4}, \; m_{3,4} : \frac{8}{8}, \; \begin{array}{c}8\\\hline 8\\\hline 8\\\hline 8\end{array}, \; m_{5,6,7,8} : \begin{array}{c}16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\end{array}, \; \begin{array}{c}16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\end{array}, \; m_{9-16} : \begin{array}{c}32\\\hline 32\\\hline 32\\\hline 32\\\hline 32\\\hline 32\\\hline 32\\\hline 32\end{array}.$$

Die Schilderung bezieht sich nur auf den ideal regulären Typus und ist nicht für alle Fälle gültig. Denn an den natürlichen Objekten wird eine mannigfache Variation der Reihenfolge beobachtet, in welcher die Teilungsebenen abwechseln, z. B.:

$$1, \; 2, \; 4, \; \frac{4}{4}, \; \begin{array}{c}4\\\hline 4\\\hline 4\\\hline 4\end{array}, \; \begin{array}{c}8\\\hline 8\\\hline 8\\\hline 8\end{array} \quad \text{oder}$$

$$1, \; 2, \; 4, \; 8, \; \frac{8}{8},$$

$$1, \; 2, \; 4, \; \frac{4}{4}, \; \frac{8}{8}, \; \begin{array}{c}8\\\hline 8\\\hline 8\\\hline 8\end{array}, \; \begin{array}{c}16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\end{array}, \; \begin{array}{c}16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\\\hline 16\end{array},$$

$$1, \; 2, \; 4, \; \frac{4}{4}, \; \begin{array}{c}4\\\hline 4\\\hline 4\end{array}, \; \begin{array}{c}4\\\hline 4\\\hline 4\\\hline 4\end{array}, \; \begin{array}{c}4\\\hline 4\\\hline 4\\\hline 4\\\hline 4\end{array}.$$

Wenn die Teilung so verliefe, wie wir es bisher der Einfachheit halber geschildert haben und alle Teilwände rein in meridionale oder äquatoriale Ebenen fielen, würden die Zellen der polaren und äquatorialen Etagen verschiedene Grösse und pyramidenförmige Gestalt erlangen und ihre vertikalen Grenzflächen würden radial unter spitzen Winkeln konvergieren. In der Natur jedoch werden fast gleichförmige Zellen erzeugt; durch Kontraktion des Zellleibes nach der Teilung weichen die Glieder jedes Kranzes von der idealen Hauptachse zurück; bereits im Vierzellenstadium entsteht ein axialer mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum, sein Volum nimmt stetig zu, so dass am Schlusse der Furchung eine grosse centrale Furchungshöhle von einer einschichtigen (epithelialen) Lage der Furchungszellen umschlossen wird. Dieses Formstadium wird Blastula — hohle Keimblase (Fig. 107) genannt. Die Bildung der Furchungshöhle steht mit der Steigerung der Zellenzahl

während der Furchung in direktem Konnexe. In der Wand einer Hohlblase finden mehr Zellen Platz als wenn die Zellen nicht auseinander weichen.

Es kommt jedoch vor, dass die Zellen während der Furchung gedrängt stehen bleiben und mit ihren axialen Flächen sich berühren, dann ist das Resultat der Furchung ein kugeliger, solider Zellhaufen — Morula.

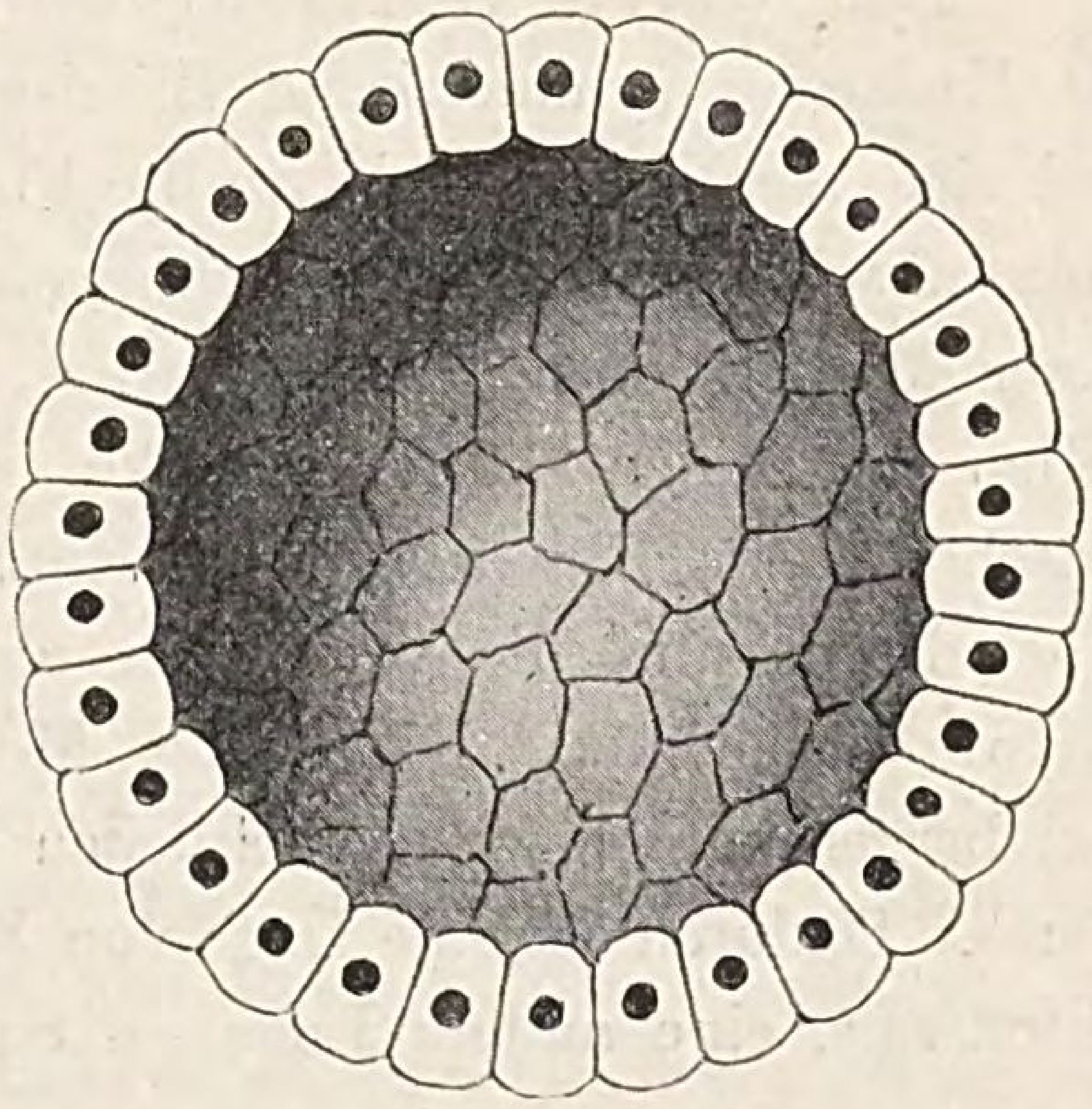


Fig. 107.
Blastula.

Die ununterbrochene Teilung der zu einem Kugelmantel geordneten Zellen mehrt das Volumen der Blastula noch etliche Zeit. Dann entsteht eine zweite epitheliale Lage auf verschiedene Weise. Wir verfolgen zunächst ein einfaches durchsichtiges Beispiel, in welchem der am vegetativen Pole liegende Epithelbezirk der Blastula in die Furchungshöhle eingestülpt — Invagination und der Gegensatz zweier epithelialer Schichten — Keimblätter geschaffen wird: eines äusseren Epithelblattes — Ektoderm und einer inneren Lage — Entoderm. Das

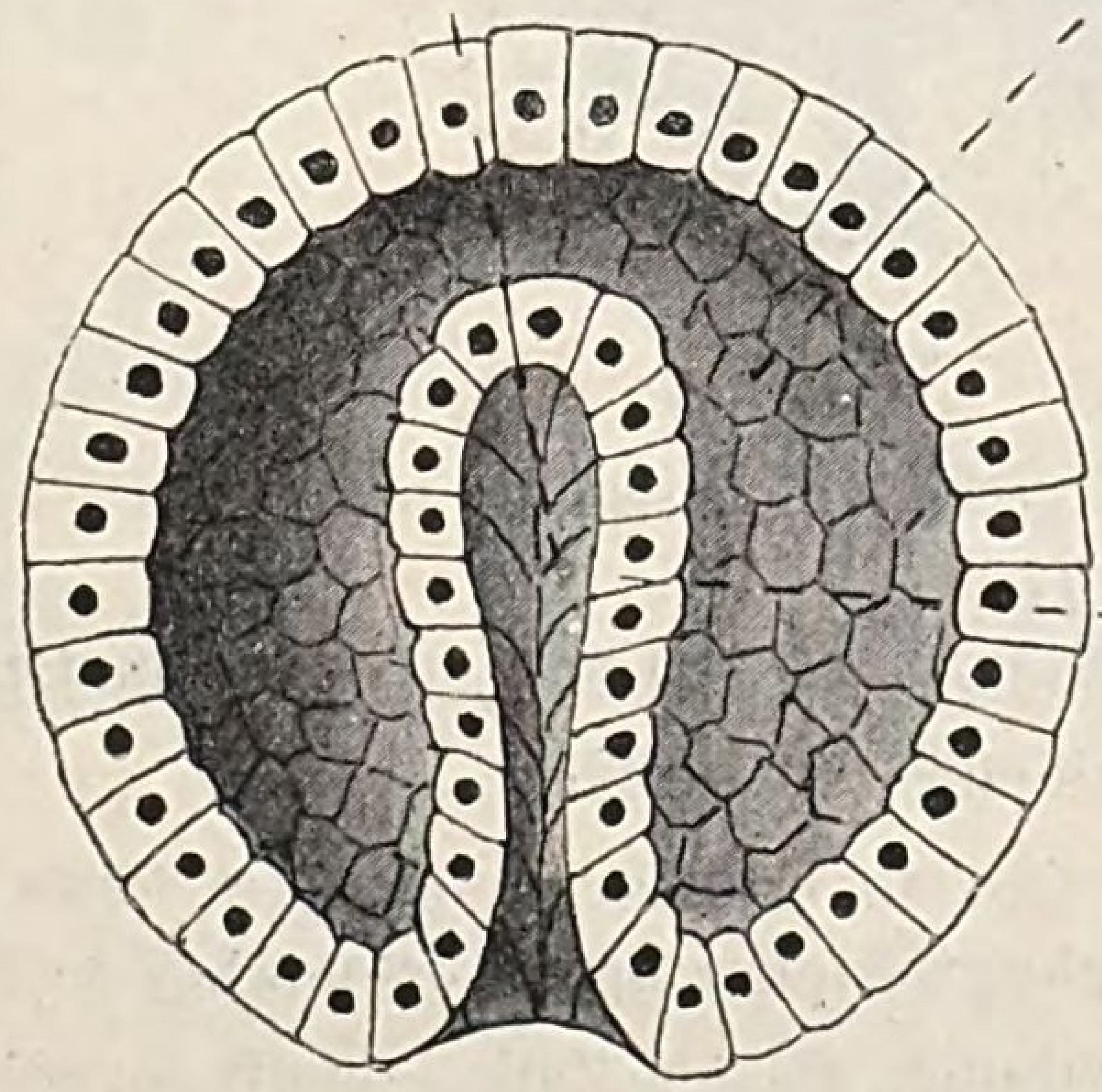


Fig. 108.
Gastrula.

durch die Einstülpung charakterisierte zweischichtige Stadium heisst Gastrula (Fig. 108). Da die innere Schicht in der Form eines cylindrischen Blindsackes gekrümmt ist und einen nach aussen geöffneten Hohlraum umschliesst,

kann man sie auch kurzweg die Wand des Urdarmes, ihren Hohlraum Urdarm- oder Gastralhöhle, ihre Öffnung an der vegetativen Fläche Urmund, Gastrulamund nennen.

Eine dritte Zellschichte wird hierauf gebildet, indem der Wand des Urdarmes symmetrische Blindsäcke epithelialer Zellmassen entsprossen, und sich rechts und links in die Furchungshöhle schieben und vom Urdarm ganz abschnüren. Die Furchungshöhle verschwindet durch das Auftreten dieser Massen oder bereits vorher durch Ausdehnung des Urdarmes. Die Zellen der beiden Darmblindsäcke — Cölomtaschen werden ob ihrer Lage zwischen dem Ektoderm und Entoderm als mittleres Keimblatt — Mesoderm und die von ihnen umschlossene Höhle als Leibeshöhle — Cölom bezeichnet. Die beiden Mesodermsäcke schmelzen später zusammen und bergen nun einen einheitlichen Hohlraum, die Leibeshöhle des künftigen Tieres. Dadurch ist eine Lage von Mesodermzellen — Somatopleura dem Ektoderme, eine andere Lage — Splanchnopleura dem Entoderme dicht

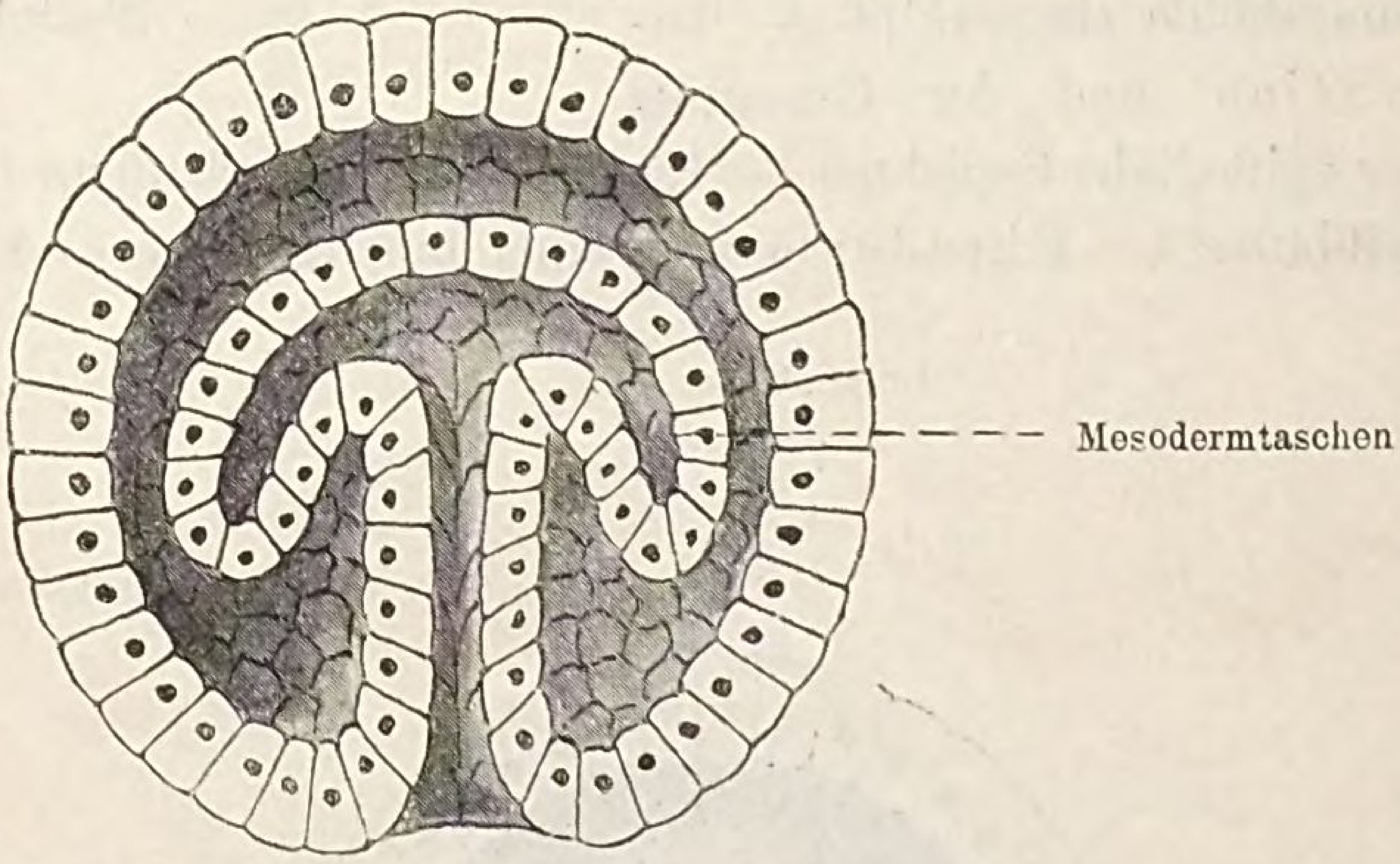


Fig. 109.
Mesodermbildung.

angeschmiegt; sie bleiben von nun ab fest mit jenen verbunden und beteiligen sich an allen Formveränderungen derselben.

Die drei Keimblätter sind so im Raume gelagert, dass ihre Beziehung zu künftigen Organen des Tierkörpers deutlich erkennbar ist. Das Entoderm bildet einen cylindrischen Schlauch, dessen Zellen das Innenepithel des Darmkanales liefern, das Ektoderm eine sphärische Hülle, die Haut. Zwischen beiden liegen die Mesodermmassen, welche sich später hauptsächlich vermehren und den bedeutendsten Massenanteil des fertigen Leibes liefern werden.

Zwischen den Keimblättern und den Körperorganen bestehen folgende Beziehungen: Aus der epithelialen Lage

des Ektoderms: werden die epithelialen Elemente des Nervensystems, der Sinnesorgane und der Haut,

des Entoderms: die epithelialen Elemente des Darmrohres und seiner drüsigen Anhänge,

des Mesoderms: alles Stützgewebe und die Muskulatur, ferner die epithelialen Elemente der Exkretions- und Geschlechtsorgane, der Gefässe gebildet.

Der soeben geschilderte Vorgang darf nicht als generelles Beispiel für alle Einzelfälle der Furchung und Keimblattbildung gelten. Denn diese Erscheinungen sind nicht einem einheitlichen formbildenden — morphogenetischen Typus unterthan, ebenso wenig als der anatomische Bau des reifen Tierkörpers bei allen Lebewesen gleichartig ist. Ganz geringfügige Abweichungen der Struktur der Eizelle, der Folge der Teilungsebenen, bedingen unzählige für die Charakteristik der Species wichtige Differenzen. Schon der Dottergehalt der Eier modifiziert Verlauf und Resultat der Furchung. Es ist eben nicht gleichgültig, ob die Teilungsfolge an einer kleinern bildsamen Plasmamenge abläuft oder an einer grossen Zelle, welche infolge träger Dottertropfen schwerfällig ist. Man unterscheidet folgende Stilarten:

I. Vollkommene — totale Furchung.

Wenn Dotter und Plasma gleichmässig oder in geringem Grade un-

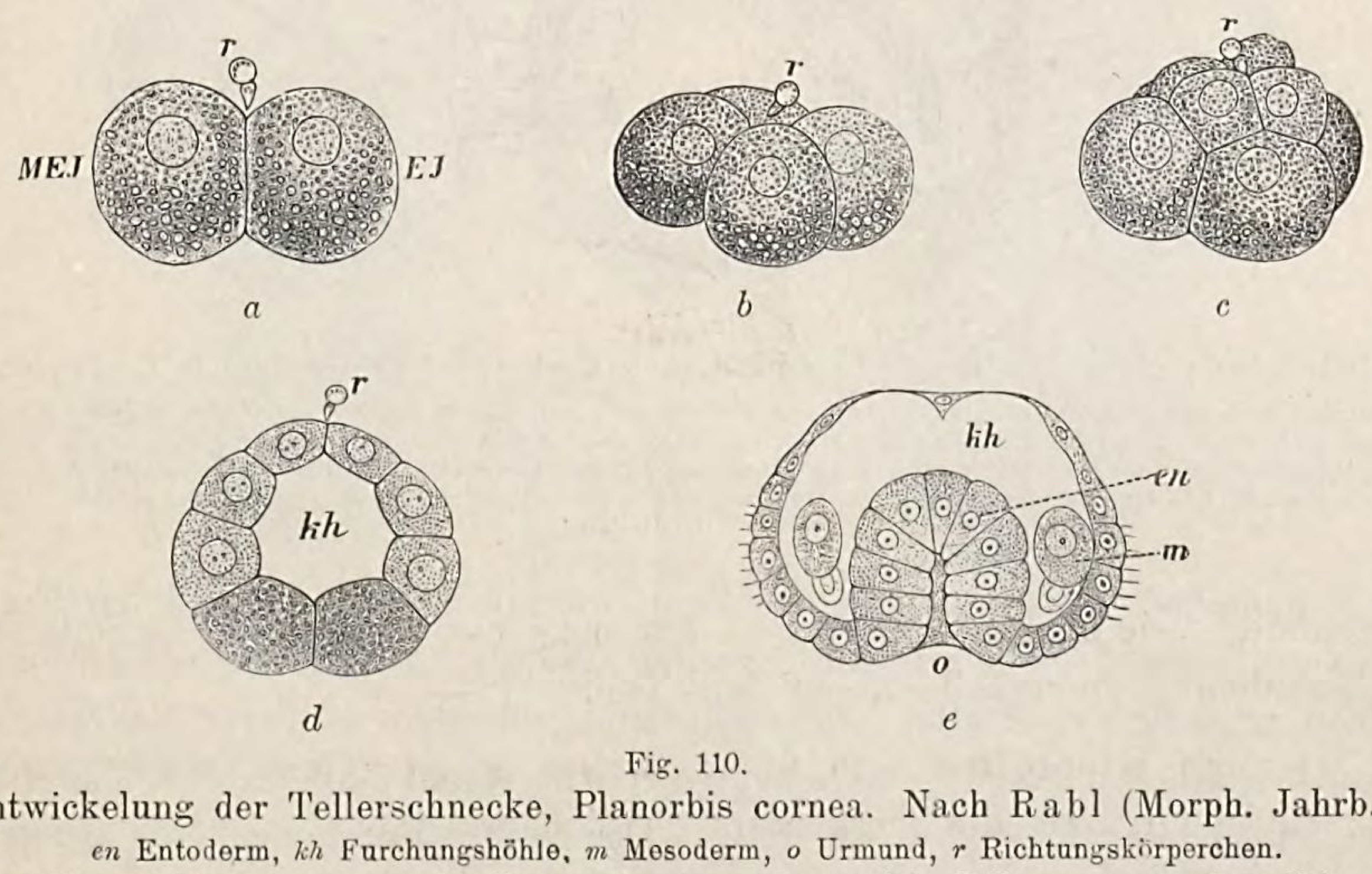


Fig. 110.
Eientwickelung der Tellerschnecke, Planorbis cornea. Nach Rabl (Morph. Jahrb. 5.)
en Entoderm, *kh* Furchungshöhle, *m* Mesoderm, *o* Urmund, *r* Richtungskörperchen.
a Zweiteilung, *b* Vierteilung, *c* Achtteilung, vier grosse dotterreiche Zellen am vegetativen Pole, vier kleinere Zellen am animalen Pole, *d* Blastula, dotterreiche grosse Zellen am vegetativen Pole, *e* Gastrula.

gleichmässig gemischt sind, wird die ganze Eizelle in viele Tochterzellen gespalten — holoblastische Eier.

1. Äquale Furchung. Die Furchungszellen sind ziemlich gleich gross und alle teilen sich gleichschnell.

2. Inäquale Furchung (Fig. 110). Wenn der Dotter mehr am vegetativen Pole angehäuft ist — telolecithale Eier, sind nur die vier ersten Zellen gleich, sonst zeugt die Furchung ungleiche Zellen, kleinere Zellen — Mikromeren am animalen, grössere Zellen — Makromeren am vegetativen Pole (Fig. 110 *c*, *d*). Die Zellen des animalen Poles teilen sich rascher. Da die Furchungszellen axial auseinander weichen, entsteht eine einschichtige Blastula, deren Wand kleinere Elemente des animalen Poles und höhere dotterreiche Zellen des vegetativen Poles fügen; die letzteren engen die Furchungshöhle stärker ein. Die Bildung des Entodermes erfolgt durch die Einstülpung der grossen dotterreichen Zellen der vegetativen Hälfte. In extremen Fällen der inäqualen Furchung bleiben die dotterreichen Zellen der vegetativen Eihälfte so gross, dass überhaupt keine Furchungshöhle entsteht, sondern eine Kappe kleiner Zellen der animalen Hälfte die grossen Dotterzellen direkt bedeckt und allmählich umwächst. Dann erfolgt keine Invagination und die grossen Dotterzellen werden als innere Entodermepithelschicht unterscheidbar, nachdem ihre vegetative Fläche von den lebhaft sich vermehrenden kleinen Elementen umwachsen ist, — Epibolie.

3. Äquale Furchung und Delamination (Fig. 111). Die ersten Teilungsstadien liefern ziemlich gleich grosse Zellen, die auseinander weichend

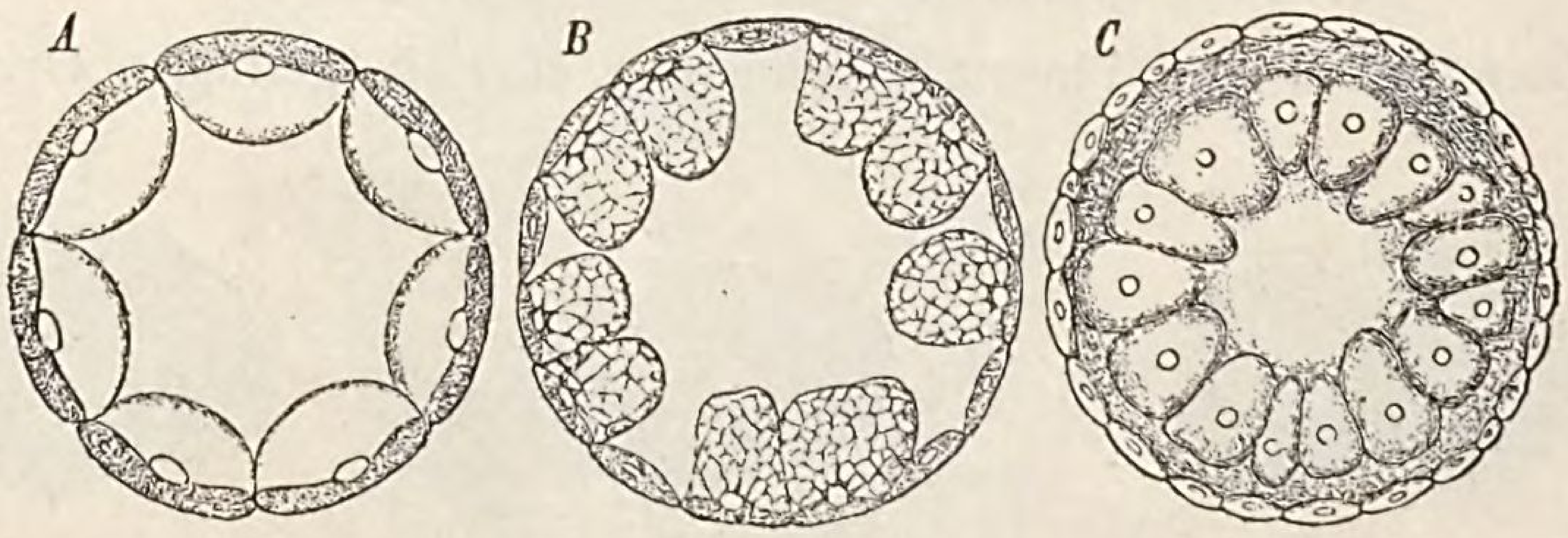


Fig. 111.

Eientwickelung einer Qualle, Geryonia. Nach Fol aus Claus (Lehrb. d. Zoologie).

A Querschnitt durch ein Ei im Stadium von 32 Furchungszellen. Jede Zelle zeigt eine periphere dunkelkörnige und eine spongiöse (hier weiss gelassene) Zone. *B* Beide Zonen der Furchungszellen werden durch Furchen getrennt. *C* Die dadurch entstandene innere Lage (Entoderm) ist durch Gallerte vom flachen Ektoderm getrennt und umschliesst einen centralen Hohlraum, die Urdarmhöhle.

eine Furchungshöhle umschliessen. Wenn die einschichtige Wand der Furchungsblase aus 32 Zellen besteht, greifen Wände, welche der sphärisch gewölbten Oberfläche parallel sind, ein und scheiden so zwei konzentrisch liegende Epithelschichten — Delamination, deren innere das Entoderm, deren äussere das Ektoderm darstellt. Der vorher Furchungshöhle genannte Raum muss dann als Entodermhöhle bezeichnet werden.

4. Nach äqualer oder inäqualer Furchung kann das Entoderm auch in der Weise entstehen, dass durch Vermehrung der Wandzellen des vegetativen Bezirkes (polare Wucherung, Fig. 112) oder an verschiedenen Stellen der Blastulawand amöboid gestaltete Zellen in die Höhle der Furchungsblase geschoben werden, sich darin verbreiten und endlich sich zu einem geschlossenen ento-

dermalen Epithellager zusammenfügen — Planula (Fig. 113). Indem die Zellen der doppelschichtigen Wand derselben central und am vegetativen Pole auseinanderweichen, entsteht die Entodermhöhle nebst dem Urmunde.

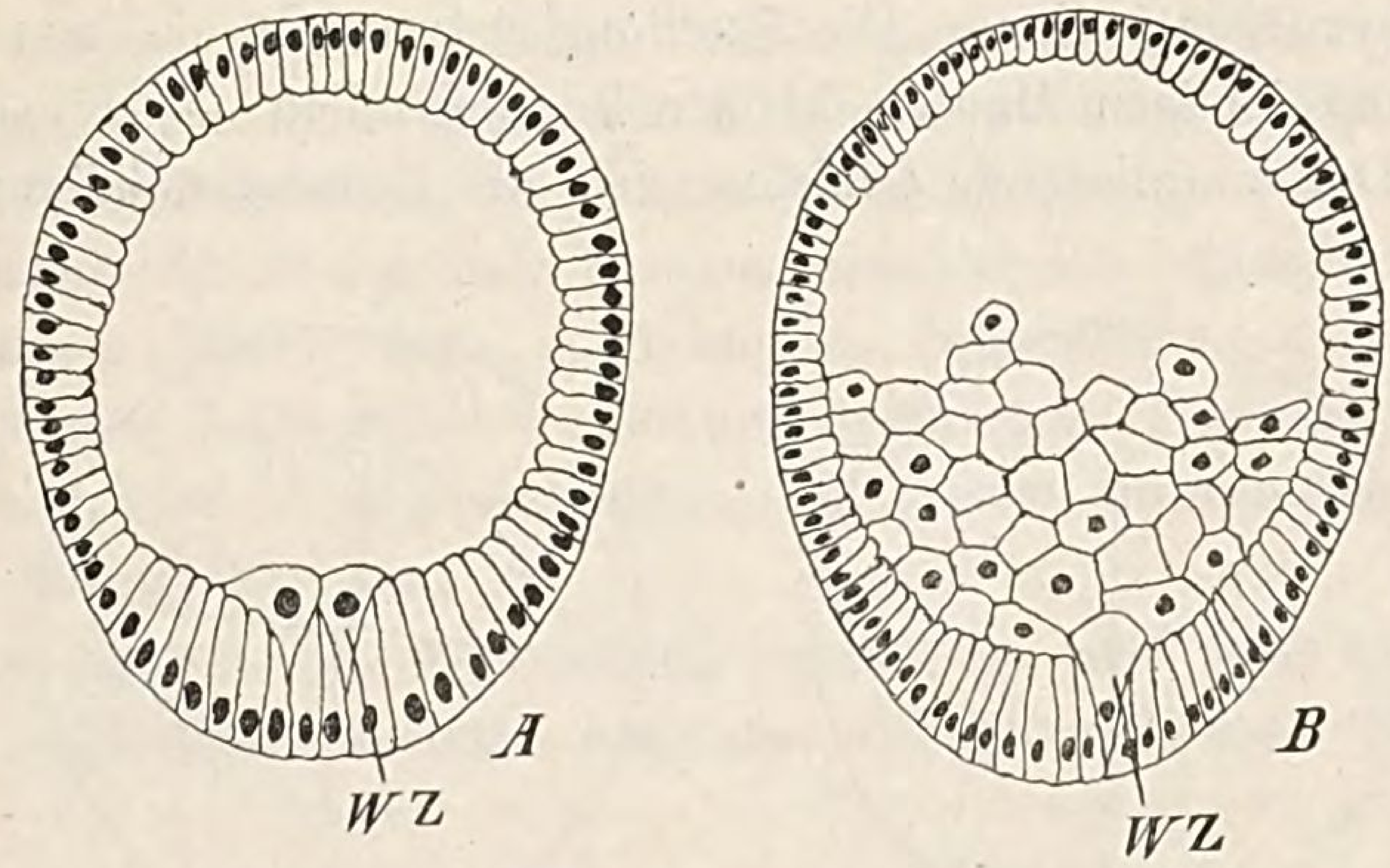


Fig. 112.
Entodermbildung in der Blastula einer Meduse, Octorchis Gegenbauri. Nach Metschnikoff.

A Blastula. *B* Die Furchungshöhle zum Teil von den Entodermzellen erfüllt. *WZ* Zellen, welche aus der Wand in die Furchungshöhle einwandern.

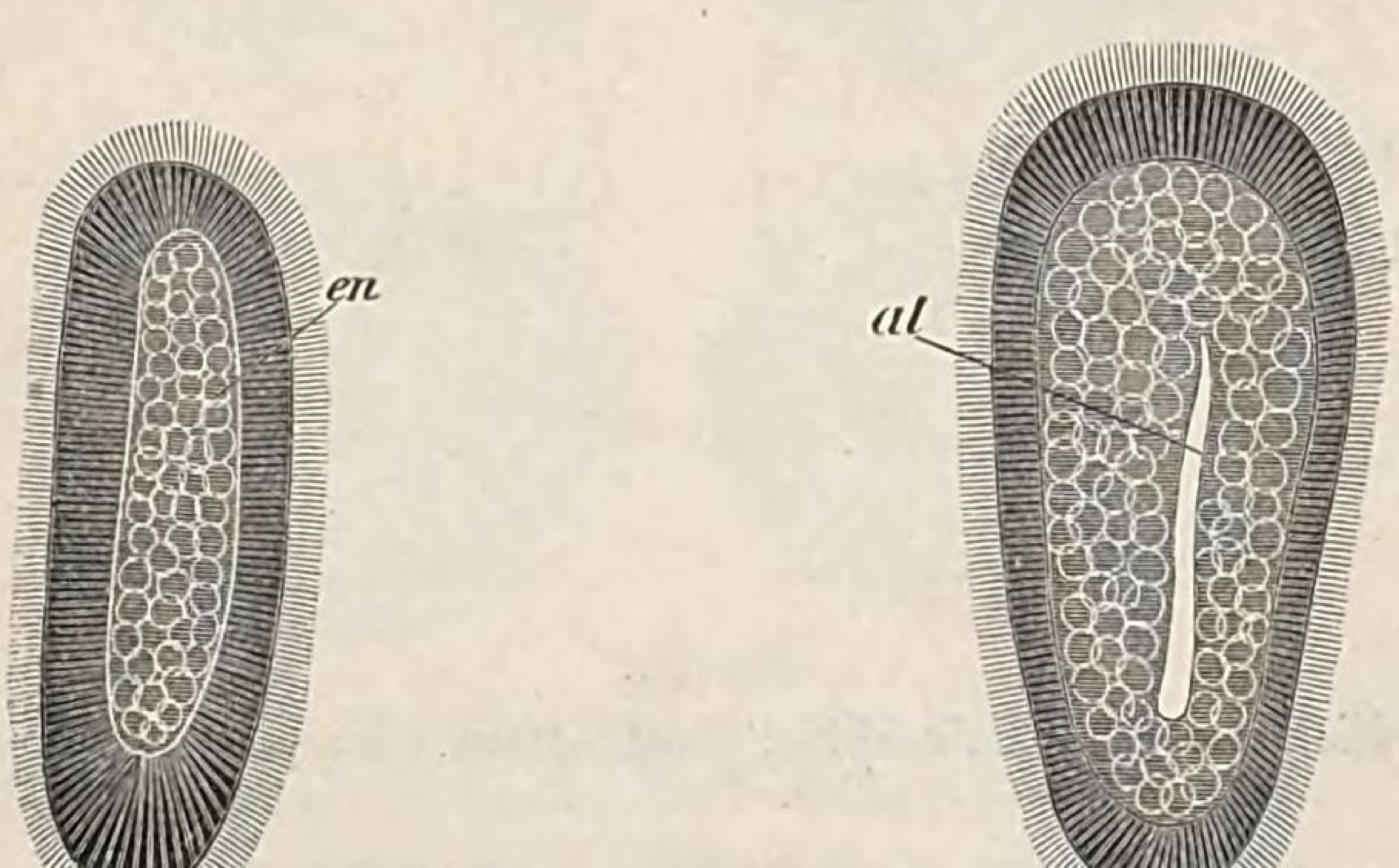


Fig. 113.
Zweischichtiges Stadium der Planula in der Entwickelung einer Campanularie. Nach Kowalewsky aus Balfour (Entwickelungsgesch.)

A Ektodermepithel mit Flimmerhaaren, Entoderm (*en*) solide. *B* Im Entoderm tritt die Darmhöhle (*al*) Spalt auf.

II. Unvollkommene — partielle Furchung.

Die Masse des Dotters ist so bedeutend, dass nur ein Teil der Eizelle der Furchung unterworfen wird, der andere oft sehr voluminöse Teil des Eileibes wird vom Teilungsvorgange nicht berührt und bleibt immer oder

mindestens sehr lange eine ungegliederte Masse, welche von den aktiven Zellen als Nährmaterial allmählich resorbiert wird — meroblastische Eier.

1. Discoidale Furchung (Fig. 114). Der Dotter nimmt den grössten Teil der Eikugel ein — telolecithale Eier, das Bildungsplasma deckt ihn als kappenförmige Zone. Die Furchung verwandelt die letztere in einen flachen mehrschichtigen Haufen kleiner Bildungszellen — Keimscheibe, deren dem Dotter anliegende Schichte sich als Entoderm differenziert. Die

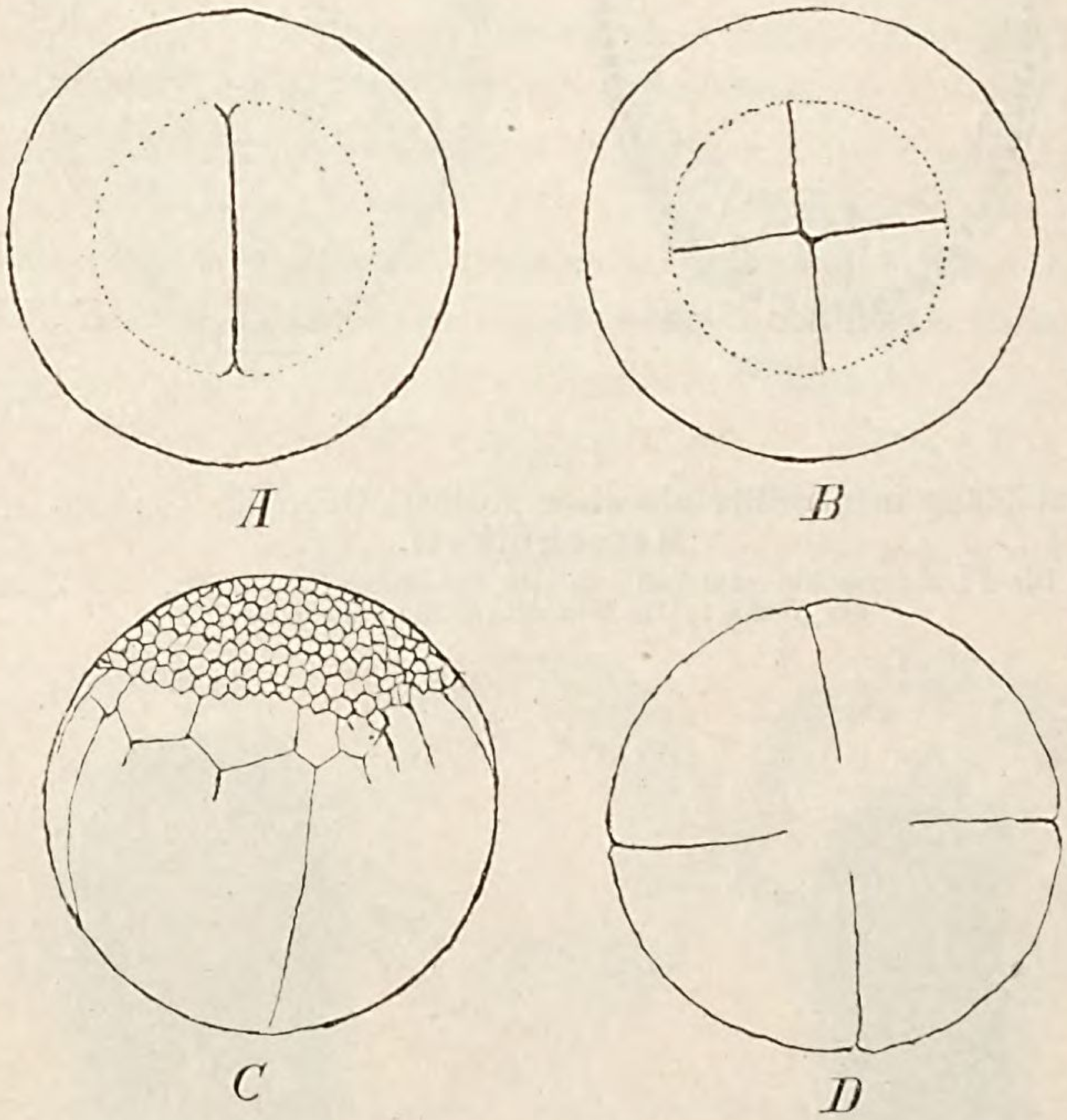


Fig. 114.

Furchung des Eies des Knochenhechtes, Lepidosteus. Nach Balfour und Parker (Phil. Tr. 1882).

A, *B* von oben, *C* von der Seite, *D* von unten gesehen.
A Zweiteiiung der Keimscheibe, *B* Vierteilung der Keimscheibe, *C* Fortgeschrittenes Furchungsstadium, die vegetative dotterreiche Hälfte wird eben vom Furchungsprozess angegriffen, *D* dasselbe von unten gesehen.

Keimscheibe umwächst langsam den Dotter. Dieser Prozess findet bei der Mehrzahl der Wirbeltiere und bei den Tintenfischen statt.

2. Superfizieller Stil (Fig. 115). Der Dotter bildet die Kernmasse der Eizelle — centrolecithale Eier, das Bildungsplasma einen peripheren Kugelmantel. Der oft im Dotter liegende Eikern teilt sich zunächst in eine grössere Zahl von Kernen, welche in die Rindenschichte eindringen. Erst nachdem sie sich in einer Reihe mit regelmässigem Abstande geordnet haben, teilt sich der Plasmamantel des Eies und bildet eine periphere Epithelschichte.

Ein kleiner Bezirk derselben sinkt als seichte Entodermblindtasche gegen den Dotter ein. Dieser Modus kommt bei den Arthropoden vor.

Die Entstehung des Mesoderms vollzieht sich auf verschiedenartige Weise: entweder als bilateral symmetrische dichtgedrängte Epithelmassen oder als lockerer Haufen amöboider Zellen. Sie keimen, nachdem (manchmal bevor) das Entoderm gebildet ist, meist aus dem Entoderme (oft auch aus dem Ektoderm), am vegetativen Bezirke oder an der ganzen Wand der Blastula, oder am Urmunde der Gastrula oder von zwei grossen Urmesodermzellen am vegetativen Pole. Die Mesodermmassen bleiben ganz solid bei den Coelenteraten oder sie werden von einer grossen Leibeshöhle — Cölom durchzogen (Wirbeltiere, Insekten, Krebse, Gliederwürmer) oder sie bergen ein System unregelmässiger Spalten — Schizocoel (Mollusken).

Wenn das Stadium der Gastrula erreicht ist, oder bald hernach endet das Eileben vieler Arten besonders unter den wirbellosen Tieren. Die platzende

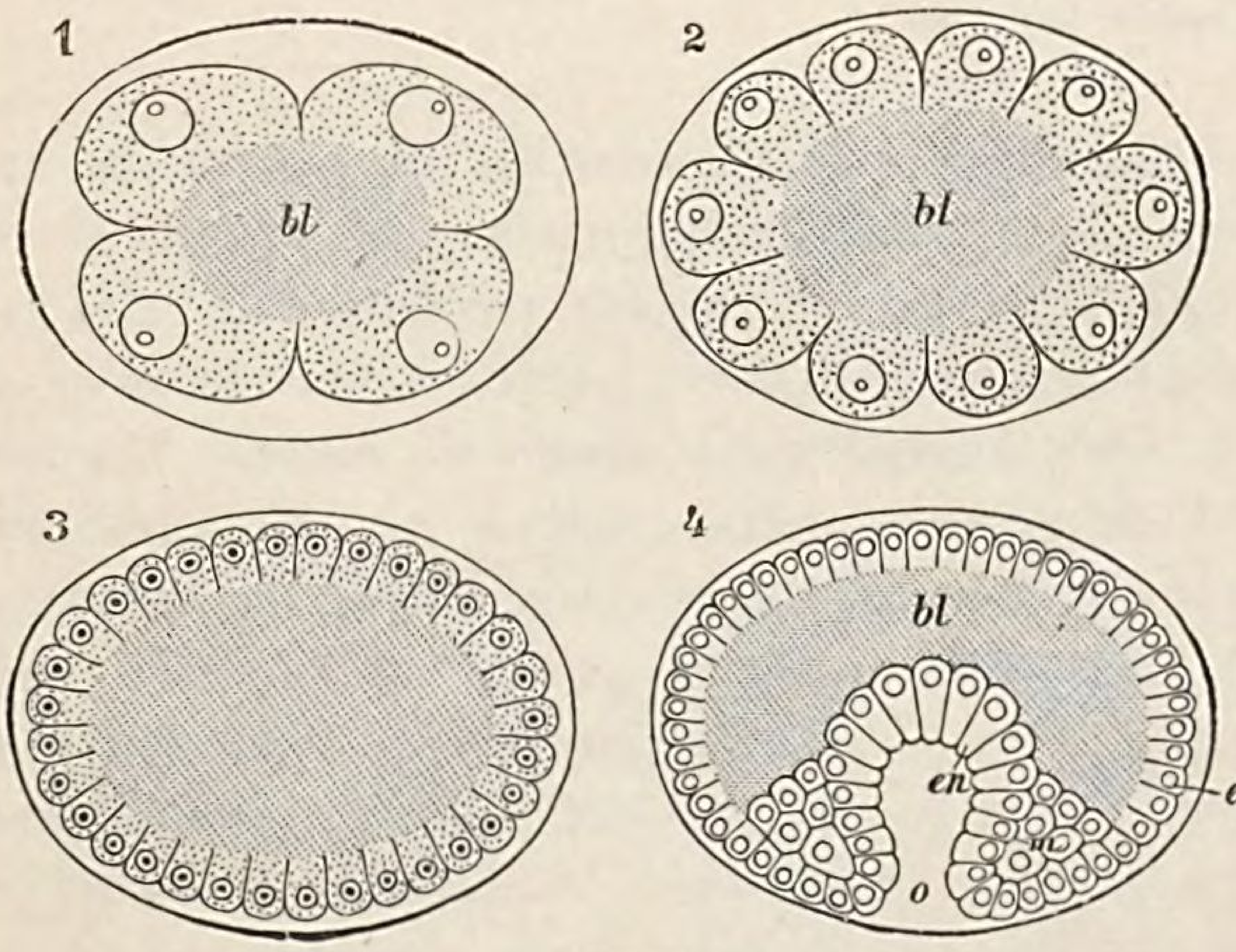


Fig. 115.
Eientwickelung eines Krebses. Nach Häckel (Stud. z. Gasträatheorie).
bl Dotter, *ek* Ektoderm, *en* Entoderm, *m* Mesoderm, *o* Urmund.

Eihaut entlässt den Keimling — Embryo als freie selbständige Larve ins Wasser, wo er sich vermittels der ektodermalen Flimmer- oder Geisselhaare bewegt. Die einfache Gestalt derselben wird später modifiziert durch die Bildung von provisorischen Larvenorganen und die fortschreitende Vollendung des anatomischen Aufbaues. Diese Vorgänge können jedoch nicht zusammenfassend besprochen werden, weil sie nach dem Stiltypus der systematischen Gruppen verschieden verlaufen. Sie werden in der Detailschilderung jedesmal erwähnt werden.

Die seit Ende des vorigen Jahrhunderts eifrig betriebenen Studien der Entwickelungsvorgänge, welche nach der Bildung der drei Keimblätter erfolgen, haben bewiesen, dass die allgemeinen morphologischen, topographischen und

histologischen Eigenschaften der Organe während der Embryonalzeit am klarsten zu erkennen sind (K. E. von Baer 1828). Die wesentlichen stilistischen Züge des anatomischen Baues treten eben sehr frühe auf und sind noch nicht durch andere sekundäre Bildungen verdeckt. Erst später werden die speziellen Eigentümlichkeiten des Tierkörpers angelegt. Aus diesem Grunde kann heutzutage die anatomische Analyse des fertigen Tierkörpers dem wissenschaftlichen Bedürfnisse nicht genügen, wenn sie nicht durch das gleichzeitig erfolgte Studium seiner Entwickelungsgeschichte vervollständigt ist.

IX.

Das Leben und Treiben der Tiere.

Wie alles sich zum Ganzen webt!
Eins in dem andern wirkt und lebt!
Goethe.

Wie oft scheint es uns, als seien die Tiere vollkommen frei und ungebunden, weil sie sich von dem unbeweglichen Hintergrunde der Weltlandschaft durch ihre lebhafte Beweglichkeit abheben. Aber diese Meinung ist falsch. Jedes Tier ist in hohem Grade abhängig von den äusseren Lebensbedingungen. In der Aussenwelt wurzeln die Fasern seines Lebens, denn es ist darauf angewiesen, die Mittel für den rastlosen Lebensvorgang aus der umgebenden Natur zu beziehen und kommt rettungslos um, wenn es von ihr abgesondert wird. Wie der Fisch in das Wasser gebannt ist und auf dem Trockenen verschmachtet, sind alle Tiere auf besondere Existenzbedingungen abgestimmt, die erfüllt sein müssen, wenn ihr Leben gedeihen soll. Freilich sind deren Grenzen eng und weit: Säugetiere und Vögel sind von der Scholle ihres Wohnplatzes weniger abhängig als ein fest sitzender Wurm oder eine Koralle.

Dadurch wird das Individuum in das vielgestaltige Treiben der organischen Welt hineingestossen und kann seine Eigenart nur durch einen fortwährenden bewussten oder unbewussten Kompromiss mit entgegenstehenden Wünschen anderer Lebewesen oder anderen ungünstigen Verhältnissen geltend machen. Dadurch, dass die Verhältnisse der Aussenwelt fortdauerndem Wechsel unterworfen sind, werden die Beziehungen jedes Individuums zur Umgebung stetig verändert, und während des selbständigen Lebens wechseln mannigfache Erscheinungen mit einander ab. Der Lebensweg ist eben jedem Tiere kraft seiner Organisation vorgezeichnet, nicht in so pedantischer Weise, dass keine Abweichung überhaupt möglich wäre, immer aber treten wesentliche Scenen unabweislich im Lebensrahmen jedes Individuums auf.

Alle Tiere müssen ihre Nahrung in tierischen und pflanzlichen Stoffen suchen, weil der ununterbrochene Gewichtsverlust des lebenden Körpers nur

dadurch gedeckt werden kann, dass neue organische Substanz in den Strudel der chemischen Organarbeit einbezogen wird. Die anorganischen Verbindungen, Mineralstoffe allein vermögen das tierische Leben nicht zu fristen, sie müssen erst durch die Thätigkeit der Pflanzen in organische Körper verwandelt sein und dadurch einen assimilierbaren Zustand erhalten haben. Die kaum abzuschätzende Menge pflanzlicher Nahrungsstoffe auf der Erdoberfläche würde jedoch nicht ausreichen, das Heer der Tiere zu nähren, wenn der Geschmack für Futter gleichartig wäre. Die ungeheuere Schar tierischer Fresser stillt ihren Hunger nur, weil die Vertreter verschiedener Tierarten auf ganz bestimmte Klassen von Nahrungsmitteln Anspruch erheben; sie können nicht jedes organische Produkt fressen, geschweige verdauen. Die Form der Mundwerkzeuge, die Beschaffenheit der Verdauungsorgane, die Körpergrösse, die Geschicklichkeit der Körperbewegung weisen jedem Individuum einen wohl umgrenzten Futterplatz im Haushalte der Natur an.

Es giebt keinen organischen Stoff, der nicht von einigen Arten verzehrt würde, dessen Festigkeit der Kraft der Mundwerkzeuge und der lösenden Wirkung der Darmsäfte widerstehen könnte. Weiche und harte, lebende, tote, faulende und getrocknete Teile von Pflanzen und Tieren werden in den Stoffwechsel eingeführt. Was die einen als ungeniessbar verschmähen, suchen andere Sippen als delikaten Leckerbissen. Deshalb gedeihen Myriaden der verschiedensten Artindividuen in kleinen Bezirken neben einander, und überziehen die ganze Erde mit der bunten Mannigfaltigkeit tierischen Lebens, ohne dass quälende Hungersnot eintritt. Mag der Boden noch so arm, die Unbilden des Klimas unerträglich scheinen, überall in Schacht und Kluft, in Höhle und Schlucht, auf ödem Felsgerölle nährt er die genügsamen Bedürfnisse eines zahlreichen Tiervolkes. Man braucht nur die Speisekarte einer Ordnung zu betrachten, um die Möglichkeit des Zusammenlebens vieler verschiedener Arten zu begreifen.

Kräuter fressen: Wiederkäuer, viele Nager, Dickhäuter, herbivore Wale.
Körner und Früchte: kleine Nager, Affen.
Insekten: Fledermäuse, Maulwurf.
Ameisen: Ameisenbär.
Säugetiere: Raubtiere.
Vögel, Eier: Marder.
Schlangen: Igel, Wiesel, Mangisten.
Fische: Otter, Bär, Robben, Delphine.
Kleine Krebse: Bartenwale.

Die Pflanzenwelt liefert die einfachen Nahrungsmittel der Tiere — pflanzenfressende, herbivore Arten, welche grosse Massen derselben aufnehmen und in komplizierten Organen verarbeiten, weil Pflanzenkost verhältnismässig wenig und schwer assimilierbare Stoffe enthält. Viele verzehren sie ohne strenge Wahl, andere Feinschmecker wählen nur saftige Teile und junge

Triebe aus. Jeder Pflanzenteil nährt seine Liebhaber: Insektenlarven nagen an den Wurzeln, Käfer bohren im Stamm und Stengel, Raupen, Schnecken, Säugetiere fressen Blatt und Blüte, überall zapfen durstige Tiere saftreiche Stellen an; die Samen und Früchte werdeu von anderen verzehrt, selbst trockenharte und modernde Pflanzenteile vertilgt ein Heer gefrässiger Gäste.

Aus allen Abteilungen des Tierreiches rekrutieren sich die hungerigen Gestalten, welche den grünen Schmuck in Wald und Wiese verderben. Heuschreckenzüge zerstören in wenig Tagen die Ernte ganzer Provinzen. Saubaameisen Südamerikas (Oecodoma cephalotes) schneiden 2 cm grosse Stücke aus Blättern und tragen sie in ihr unterirdisches Nest so emsig, dass binnen einer Nacht grosse Orangen- und Rosenkulturen entlaubt werden. Dadurch bannen die Tiere die Ausdehnung der Pflanzenwelt in bestimmte Schranken und verhindern unbewusst, dass nicht die ungestörte Keimung der ungeheuer grossen Samenmenge der Vegetabilien die ganze Erdoberfläche in ein undurchdringliches Dickicht verwandelt. Linné hat dieses Verhältnis durch eine Rechnung übersichtlich gemacht, indem er von der ganz ungünstigen Annahme ausging, eine Pflanze bringe nur zwei Früchte hervor und sterbe, im nächsten Jahre trage jede der gekeimten Pflanzen wieder zwei Früchte und welke, so würde nach zwanzig Jahren die Zahl der von einer Pflanze stammenden gleichzeitig lebenden Pflanzen 2097152 betragen und nimmt man an, dass die Pflanzen nicht jährlich sterben, so wären nach 20 Jahren 10460353203 vorhanden. Aber auch die Pflanzenfresser würden sich auf Zahlen von überraschender Höhe vermehren und den Pflanzenschmuck ganz vernichten, wenn die ihrer Gefrässigkeit vielfach entsprechende Fruchtbarkeit ungehemmmt wirken könnte. Nach Darwins Berechnung würden die Nachkommen des Elefanten, der sich am langsamsten vermehrt, bei der allzu niedrigen Schätzung, dass er während seines Lebens sechs Junge zeuge, in der 10. Generation auf 10077796 Stück angewachsen sein.

Den pflanzenfressenden Tieren stellen die fleischfressenden — karnivoren Tiere nach und erhalten, indem sie die Zahl der Pflanzenfeinde decimieren, (ein Sperlingspaar füttert wöchentlich 3300 Insekten, ein Häring verzehrt täglich 10000 Temora, ein Stint 1 Million Cyclops), unbewusst ein gewisses Gleichgewicht zwischen dem Pflanzenwuchse der in üppigem Grüne lachenden Gefilde und dessen gefrässigen Feinden. Die unbegrenzte Vermehrung der Räuber aber wird durch deren gegenseitige Befehdung gehindert.

Da die Tiere von der Pflanzenwelt so sehr abhängen, sind Wälder und begrünte Ebenen der Schauplatz reichen Tierlebens, sie sind die grossartigen Vorratskammern der herbivoren und die reichhaltigen Fleischhallen der karnivoren Tiere. Günstige Nahrungsbedingungen mehren die Individuenzahlen einzelner Arten auf unfassbare Höhe, so dass eine üppige Vegetation rasch zerstört wird, aber Borkenkäfer, Nonnen, Maikäfer, Heuschrecken treiben ihr verhängnisvolles Wesen nur kurze Frist; das Anwachsen der diese Schädlinge vernichtenden Feinde setzt die öde Vegetation in den Stand, die alten

Wunden mit neuem Grün zu verbergen, bis auch diese wieder von anderen Räubern aufgerieben sind und der Vorgang von neuem beginnt. Die gegenseitige Vernichtungswut der Tiere ist eben ein mächtiger Regulator des grossen Naturhaushaltes, dessen Gleichgewicht von der unbehinderten Vermehrung einer Art gestört würde.

Das Nahrungsbedürfnis der Tiere schwankt sowohl in täglichen wie in grösseren Perioden, da es direkt von der Energie des Lebensprozesses, d. h. dem Verbrauche der Körpersubstanz abhängt, die wieder durch äussere Umstände, z. B. die Kraftleistung des Individuums oder Klima und Jahreszeit beeinflusst wird. Kaltblüter, z. B. Reptilien, Amphibien mit trägem Stoffwechsel können deshalb viele Monate der Kost entraten, während Warmblüter kaum einige Hungerwochen überdauern. Die Nahrungsmenge steht ferner zur Grösse der Tiere in Beziehung. Ein kleiner Körper ist anspruchsloser als der Riese. Aber in der Zeit des Wachstumes kann sich das Verhältnis umkehren und kleine Tiere, z. B. Schmetterlingsraupen verhältnismässig mehr fressen als ein mittelgrosses Säugetier. Das Hungergefühl der herbivoren Tiere unterliegt starken periodischen Schwankungen, welche mit den Gezeiten des Pflanzenlebens korrespondieren. In sehr zahlreichen Fällen schiebt sich während der Zeit des Pflanzenschlafes ein Ruhestadium — Winterschlaf, Puppenzustand in das Leben der Pflanzenfresser und endet, wenn die Vegetation mit erneuter Kraft sprosst.

Wenige Tiere begnügen sich mit einförmiger Speise, die meisten lieben die Abwechselung innerhalb enger oder weiter Grenzen. Die einen sind herbivor, die anderen karnivor und sehr viele omnivor. Nur wenige bevorzugen während des ganzen Lebens so sehr eine Speise, dass sie verderben, wenn sie derselben beraubt werden. Viele wechseln die Nahrung oft in regelmässigen Perioden. Das junge Raubtier saugt Muttermilch; nachdem sein Milchgebiss erstarkt ist, wird die Vorliebe für frisches Fleisch lebhaft. Besonders bei den Insekten sind die Beispiele des im individuellen Leben regelmässig erfolgenden Futterwechsels bekannt. Die meisten Insektenlarven suchen ganz bestimmte Futterpflanzen heim, welchen das ausgebildete geschlechtsreife Insekt gar keinen Geschmack abgewinnen kann. Der Engerling benagt die Wurzeln, der Maikäfer das Laub; die Schmetterlingsraupe verzehrt ungeheuere Massen frischer Blätter, während der gaukelnde Falter Nektar in den Blütenkelchen saugt und durch den Bau seiner Mundwerkzeuge überhaupt unfähig ist, grünes Laub zu fressen. Der Papagei Nestor mirabilis in Neuseeland hat andererseits seine Pflanzennahrung nach Einführung der Schafe aufgegeben und leckt jetzt Blut und Lymphe derselben an Hautwunden, welche er selbst gehackt hat.

Jedes Tier vermag mit möglichst geringem Aufwande an Kraft und Zeit das ihm genehme Futter zu suchen. Wanderungen durch Busch und Hag führen die Pflanzenfresser mühelos an saftige Futterplätze. Grössere Schlauheit ist den Raubtieren von nöten. Sie besitzen die Verschlagenheit,

arglose Tiere zu überfallen und wachsame Gesellen anzuschleichen. Durch ihr Revier schweifend erspähen sie die Futterplätze, erscheinen zur Zeit, wann das Beutetier zu kommen pflegt, lauern geduldig, bis der rechte Moment des Überfalles gekommen ist und überwältigen die erschrockenen Opfer. Aus schwindelnder Höhe überblickt der Adler die Lande und stösst in jähem Falle auf die Beute. Der Maulwurf wühlt lange Stollen unter der Erde und vernichtet auf regelmässigem Pirschgange das darin gefangene Grabzeug. Den kurzsichtigen Fliegen stellen die Spinnen feine Garnnetze.

Wie schreckliche Waffen und heimtückische Arglist den Räuber auszeichnen, sichern ängstliche Scheu, flinker Lauf, verborgene Schlupfwinkel das Opfer. Wenn Gefahr droht, huschen die kleinen Arten hurtig in enge Spalten, die grossen Tiere suchen ihr Heil in hastender Flucht, Insekten gleiten von den Blättern herab und stellen sich starr, andere kugeln sich zusammen — aber keines entrinnt dem Verhängnis. Durch gewandte und überraschende Bewegung mag wohl manches im Momente des Überfalles die Absicht des Angreifers vereiteln, den vielfachen Fähigkeiten eines Heeres mannigfaltig gearteter Feinde ist niemand gewachsen. Mag ein steinerner Panzer den weichen Leib der Eintagsfliegen oder Röhrenwürmer gürten, dicke Kalkschalen die Schnecken oder Muscheln bedecken, stahlharte Chitinrüstung die Kerfe umhüllen, mögen Borsten und Stacheln die Haut der Raupen, Stachelschweine und Seeigel besetzen, zäher Schleim die Schnecken, giftiger Saft die Kröten, widerlicher Geruch das Stinktier schützen, Geschrei, Brüllen, Fauchzen, Knurren und schreckerregende Stellung manchen gierigen Feind zurücktreiben, einige Spezialisten überwinden auch solche Hindernisse. Die Konkurrenz um das Leben endet mit der Zerstörung der Schutzvorrichtungen, weil jede Tierart, nur für bestimmte Verhältnisse organisiert, im Wettbewerbe um die Nahrung oft aus der ihr günstigen Position herausgedrängt wird und unterliegt. Dann schwinden nicht bloss einzelne Individuen, sondern auch ganze Arten vom Schauplatze des Lebens und die Kunde ihres Daseins bezeugen nur versteinerte Reste.

Wo Nahrung im Überflusse gedeiht, sammeln sich die hungerigen Gäste. Friedlich weiden herbivore Tiere neben einander: Rinder, Schafe, Antilopen, Heuschrecken, Prozessionsraupen u. s. w., in grossen Herden und wandern in gemeinsamem Zuge, nachdem sie sich die Futtermenge beschränkt haben. Solcher Auflauf lockt die einsam schweifenden Raubtiere an. Sie scharen sich oft zu Rudeln wie die Wölfe und verfolgen die grossen Herden über weite Entfernungen: Zahllose Haie begleiten die Küstenfahrt der Häringe, Albatrosse folgen den Fischschwärmen über den Äquator; Fuchs, Bär, Marder, Luchs, Vielfrass umschweifen die südwärts wandernden Kolonnen der nordischen Lemminge.

Nicht immer würfelt der Hunger die Individuen der gleichen Tierart in eine dem Nahrungserwerb bestimmte Genossenschaft zusammen, auch aus anderen Gründen tritt eine solche Vereinigung als regelmässige Lebensscene auf, z. B.

bei den Vögelarten, deren Männchen während der Brütezeit dem Weibchen Speise sammeln, und in den unzähligen Fällen, wo der jungen unselbstständigen Brut frische oder vorverdaute Kost von den Eltern dargereicht wird. Die Einzeltiere der durch Knospung und Teilung sich vermehrenden Polypen bleiben häufig als eine polymorphe Tierkolonie mit einander verbunden, deren mächtige Entfaltung von den Korallen und Schwimmpolypen bekannt ist (Fig. 88).

Auch einzelne Individuen verschiedener Arten schliessen einen Bund, um mit geringerem Kraftaufwande Nahrung zu finden — Symbiose. Der Pilot begleitet den Haifisch, im Schalenraume der Miesmuschel weilt ein kleines Krebschen, der Muschelwächter Pinnotheres; auf dem Rückenschilde vieler Krabben siedeln sich Kolonien von Hydroidpolypen an, der in einer Schneckenschale hausende Einsiedlerkrebs setzt eine Seerose auf das Gehäuse. Blinde Käfer leben in den Ameisenstaaten. Sie alle geniessen als Tischgenossen — Commensalen die Abfälle der Kost des stärkeren Genossen oder finden bei ihm Schutz vor dem unerbittlichen Kampfe ums Dasein.

Diese Beziehungen werden noch inniger, wenn die eine Art — Schmarotzer, Parasiten Nahrung am Körper der anderen (der Wirte) sucht. Mehr zufällig und lose ist die Vergesellschaftung des Madenhackers und der Büffel, des Stars und der Rinder, wobei die Vögel Maden aus der Haut der Wiederkäuer ziehen. Blutegel, Flöhe und Wanzen saugen als zeitweilige Parasiten Körpersäfte des Wirtes, aber führen nach der Sättigung ein freies Leben. Enger ist das Verhältnis der Haarlinge und Federlinge, welche im Pelz und Federkleide der Säugetiere und Vögel die abgestossenen Epidermiszellen (Schuppen) fressen und gleichzeitig Obdach finden — Ektoparasiten. Andere dringen sogar in innere Organe des Wirtes ein und bringen dort ihr Leben zu — Entoparasiten.

Die ständigen Parasiten suchen stets bestimmte Tierarten heim und siedeln sich in der Haut oder im Fette, in Muskeln, in der Leibeshöhle, im Darm, in Niere, Leber oder Blut, sogar in Eiern und Larven an. Sie verlieren häufig die Fähigkeit, selbständig zu leben und gehen elend zu Grunde, wenn sie zufällig ausgestossen werden. Das Schmarotzertum spiegelt sich oft in dem einfachen anatomischen Baue der ungebetenen Gäste. Da nahrhafte Säfte ihnen ohne Zuthun zufliessen, bleiben die Ernährungsorgane einfach oder fehlen ganz, die Mundteile vermögen nur das Tier zu verwunden und anzusaugen, Sinnesorgane schwinden; die Bewegungsorgane sind unbedeutend (z. B. kleine Beine der Läuse) oder fehlen, manchmal bilden sie starke Haftorgane, wie Saugnäpfe und Klammerhaken. Die Exkretionsorgane sind schwach, nur die häufig hermaphroditen Geschlechtsorgane wuchern ungeheuer.

Die jungen Parasiten tummeln sich erst frei im Wasser oder auf der Erde, bis sie in den Wirt einwandern und geschlechtsreif werden. Oft nehmen nur die Weibchen vor Eintritt der Geschlechtsreife entoparasitischen Wohn-

ort, während die Männchen frei beweglich bleiben. Andere sind als Larven parasitisch, z. B. die Larven der Magenbremse im Pferdemagen, während die geschlechtsreifen Tiere auf selbständigen Nahrungserwerb fliegen. Andere bedürfen vom Eie bis zum Tode parasitischen Aufenthaltes. Manche schmarotzen auf verschiedenen Arten, andere auf einer einzigen oder wenigen verwandten Arten von Wirten. Leben sie in einem Organe, dessen Höhlung mit der Aussenwelt kommuniziert, so entleeren sie befruchtete Eier nach aussen. Die Brut dringt hernach selbständig in neue Individuen ein. Haben sie sich jedoch als Larven in einem Organe festgenistet, das sie selbständig nicht verlassen können, so tritt die Geschlechtsreife erst ein, nachdem der Wirt von einem karnivoren Räuber verschlungen ward, in dessen Magen die eingekapselten Larven frei und fortpflanzungsfähig werden.

Wo Nahrung im Überflusse gedeiht, nehmen die Tiere ihren dauernden Aufenthalt, solange bis die nachlassende Futtermenge sie auf Nahrungssuche treibt; denn die meisten Arten leben in sorgloser Gelassenheit von der Hand in den Mund. Wenige speichern vorsorglich Vorrat auf: Der Neuntöter spiesst Insekten an Dornen, der Hamster füllt zur Erntezeit seine unterirdischen Getreidekammern; Ameisen, welche die süssen Exkremente der Blattläuse (Honigtau) lieben, halten diese in Ställen ihrer Erdbauten und besorgen die Herbeischaffung des Futters. Die getreidebauende Ameise von Texas rodet im Umkreise ihrer Nester viele Grassorten aus, lässt nur eine bestimmte Grasart (Ameisenreis, Aristida) wie auf einem Getreidefeld gedeihen und sammelt deren Samen nach eingetretener Reife.

Andere Arten leisten unbewusst Dienste für die Verbreitung ihrer Futterpflanzen. Da die Steinkerne der fleischigen wohlschmeckenden Früchte: Beeren, Steinfrüchte, (Sammel- und Schein-Früchte) den Darm fruchtfressender Tiere unbeschadet ihrer Keimkraft passieren, werden sie mit den Exkrementen ausgestossen und von Affen, Fledermäusen, Rindern, Schafen, Drosseln, Finken, Tauben, Papageien weithin verbreitet. Wollhaarige Säuger, wie Schafe, Schweine, Pferde verschleppen ferner die mit Widerhaken, Borsten oder Stacheln versehenen Samen der Klett- und Klebpflanzen.

Die auf blühender Au schwärmenden Insekten, welche ihre Nahrung, sei es Pollen oder Nektar, in den Blumenkelchen holen, besorgen bei dem Besuche derselben die Befruchtung der meisten Blütenpflanzen. Sie streifen bewusst oder unbewusst mit ihrem Haarkleid den Pollen aus den platzenden Staubgefässen und übertragen ihn auf die Narben. Da die Bewegungen der Honig suchenden Insekten von der eigenartigen Gestalt der Blüten beeinflusst werden, kommt es, dass der Pollen nicht direkt auf die Narbe der gleichen Blüte gebracht wird, sondern auf die einer anderen Blüte, wo der Griffel eine „reife“ für die Wechselbefruchtung günstige Stellung hat.

In zahlreichen Fällen ist sogar der Besuch einer bestimmten Insektenart notwendig, wenn die Pflanze Früchte tragen soll. Wenn eine Biene die Blüte des gewöhnlichen Wiesensalbeis (Salvia pratensis) anfliegt, fasst sie auf den

unteren Kronenblättern wie auf einem Trittbrette festen Fuss und schiebt Kopf und vorgestreckten Rüssel in die enge Kronenröhre, um im Grunde derselben süssen Nektar zu schlürfen, dadurch stösst sie an die Basis von zwei Staubgefässen, die schlagbaumartig an zwei verkürzten Antherenstielen hängen. Das den Staubbeutel tragende freie Ende derselben schlägt auf den Rücken des Gastes und streift in sein Haarkleid die Pollenkörner ab. Beim Besuche einer anderen Salbeiblüte, deren wirkliche Reife durch den aus dem Helm der Krone weiter abwärts ragenden Griffel bezeichnet ist, bleiben die Pollenkörner an der klebrigen Narbe derselben hängen und wachsen als befruchtende Pollenschläuche den Kanal des Griffels entlang zum Fruchtknoten. In keiner anderen Weise kann die Samenbildung des Salbeis geschehen. Lebhafte Farben, wohlriechender Duft, reichliche Nektarmengen der Blumen locken fleissigen Besuch der Insekten an und sichern die regelmässige Produktion des Samens der Pflanzen.

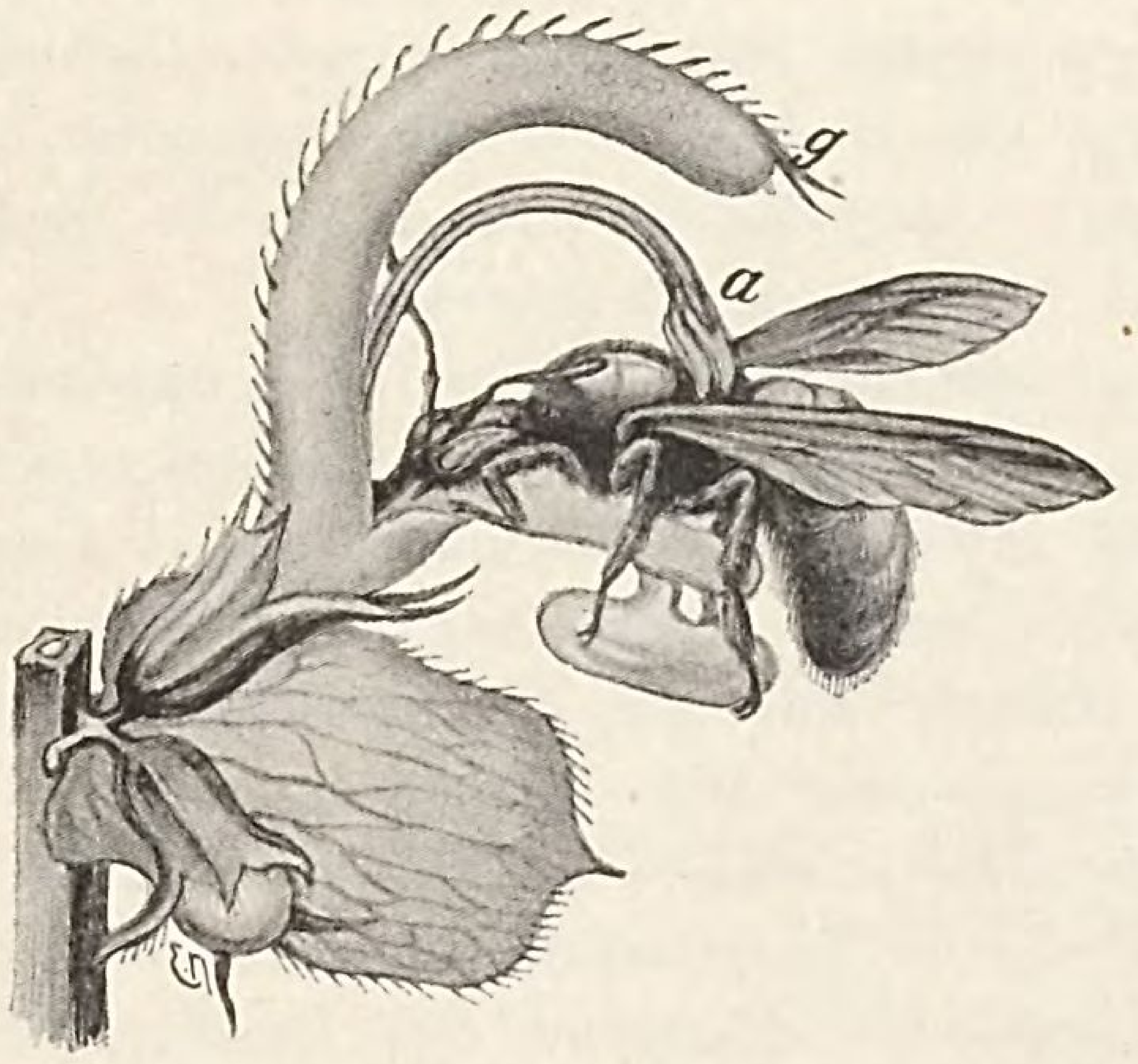


Fig. 116.
Eine Holzbiene an der Salbeiblüte. Nach Dodel-port (Pflanzenleben).
a Staaubbeutel, *b* Griffel.

Der Besuch der Tiere bringt den Pflanzen noch andere Vorteile. Die auf Bäume steigenden und Blattläuse suchenden Ameisen säubern gleichzeitig wie eine unerbittliche Waldpolizei Blatt und Stamm von schädlichem Ungeziefer. In den Tropen locken viele Pflanzen sogar Ameisen zu dauerndem Aufenthalte an, indem sie ihnen fertige Wohngelasse darbieten: Die schlanken glatten Stämme der für den tropischen Urwald Südamerikas charakteristischen Imbauba (Cecropia Adenopus) sind hohl und durch dünne Querwände in eine Reihe geschlossener Kammern gegliedert. Nahe dem oberen Internodium jeder Kammer findet sich ein rundlicher, dünner Fleck in der sonst sehr dicken Stammwand. Er wird von Ameisen durchnagt und zu einer bequemen Eingangspforte der Kammern erweitert, welche ausgebaut und mit den benachbarten in Verbindung gesetzt werden. Die darin hausenden Ameisen verlassen den Baum selten. Geschäftig eilen sie am Stamm empor, um aus der braunen Haardecke an der Unterseite der Blätter kleine ovale, sogen. Müllersche Körperchen zu holen, welche zwischen dem Haarfilz reichlich gebildet werden, und als eine an Eiweissstoffen und fetten Ölen reiche Nahrung in den Kammern aufzuspeichern. Die dadurch fortwährend am Baume

beschäftigten Tiere verteidigen sein Gelaube energisch gegen die Angriffe der blattschneidenden Ameisen (p. 167).

In anderen Fällen ist manchen Tierarten der Pflanzenbesuch verwehrt, durch hängende Stellung der Blütenkelche, durch Schutzhaare, klebrige Ausscheidungen u. s. w.; das Vorkommen von Büscheln spitziger oxalsaurer Kalkkrystalle in Blättern, von ätherischen Ölen und schleimigen Stoffen schreckt herbivore Schnecken und Säugetiere vom Genusse manchen Krautes zurück.

Mit dem Eintritte der geschlechtlichen Reife ändert sich das Gebaren jedes Tieres. Voll Lebenskraft und Stärke treten die Geschlechter auf; die sich scheu verbargen, schweifen keck umher, der Hirsch lässt weithin seine Stimme tönen, die Vögel schmettern trillernden Gesang durch Busch und Hag, Heuschrecken und Cikaden zirpen grellen Lockruf. Die Geschlechter suchen einander, Männchen drängen sich an die Weibchen, umschleichen sie schmeichelnd, übersehen ihre Launen und kämpfen in blinder Eifersucht um den Besitz der Geliebten.

Einsam schweifen einige Arten auch nach Eintritt der Brunst umher, andere sammeln sich in Scharen und legen an geeigneten Plätzen in heiterem Liebesspiel den Laich ab. Grosse Schwärme von Häringen und Schellfischen ziehen aus dem Ocean gegen die nordischen Küsten, die Störe treten in Buchten und die Mündungen der Flüsse. Die Seevögel fliegen ans feste Land. Sobald die Eisdecke aufgegangen, steigen die Lachse scharenweise die deutschen Flüsse hinauf in seichte Seitenbäche und kehren nach der Laichung in das Meer zurück, um im nächsten Jahre mit merkwürdiger Pünktlichkeit die alten Laichstätten zu besuchen. Die Aale wandern umgekehrt aus den Flüssen in das Meer.

Viele Wasserbewohner (besonders unter den wirbellosen Tieren) entleeren die reifen Geschlechtsprodukte, ungeheure Mengen von Eiern und Samenzellen, in das Wasser, ohne sich weiter um das Schicksal derselben zu kümmern. Strömungen tragen die Eier oder die ausschlüpfende Larvenbrut von der Wohnstätte der Eltern — besonders festsitzender oder kriechender Arten und befreien diese von der Lebenskonkurrenz ihrer Kinder. Immer wird eine sehr grosse Anzahl von Eiern gebildet, damit trotz der Gier der Feinde, welche Eier und junge Brut umlauern, eine bestimmte Zahl von Nachkommen heranwächst.

Die Landtiere legen die Eier einzeln oder in grossen Haufen ab, meist an Stellen, wo sie vor Feinden und ungünstigem Wettereinfluss geschützt sind und die ausschlüpfende Brut sogleich zusagende Speise in Hülle findet. Die Eier der Wasserschnecken, der Frösche und Kröten werden durch ein gallertig erstarrendes Sekret der weiblichen Ausführwege in Klumpen oder Schnüren zusammengehalten, bis die Larven sich selbständig bewegen können. Andere legen die Eier an einen den Larven genehmen Futterplatz, ganz gleichgültig,

ob die Nahrung der Larven und reifen Tiere übereinstimmt oder nicht. Das nektarsaugende Tagpfauenauge klebt die Eier an Brennnesseln, deren Blätter die auskriechenden Räupchen mit Vorliebe verzehren. Viele Insekten bohren mit einem nur den Weibchen zukommenden Legestachel Rinde, Blatt, Frucht oder Wurzel an, um die Eier wie in eine Futterkammer zu versenken. Durch den Reiz des von den Gallwespen gleichzeitig eingeträufelten Sekretes beginnt das Zellgewebe der angebohrten Stelle an Blättern oder Stengeln zu wuchern und erzeugt eine Galle, welche den ausschlüpfenden Larven saftiges Futter beut. Die Schmeissfliegen wählen Aas zur Laichstätte, der Totengräber verscharrt tierische Leichen, um daran seine Eier abzulegen. Die Schlupfwespen schieben die Eier in lebende Insektenlarven, welche von der Brut bei lebendigem Leibe ausgefressen werden. Die Grabwespen lähmen Raupen durch Stich und schleppen sie in die unterirdische Eikammer, damit die später auskriechende Larve frische tierische Kost finde. Die Bienen füllen die Zelle mit Honig, ehe sie das Ei ablegen. Dabei treten auch symbiotische Beziehungen auf. Der Bitterling setzt mittels einer langen Legeröhre seine Eier in die Kiemen der Teichmuschel, der Sandfloh in die Haut des menschlichen Fusses.

Vielen Müttern wird der Lebensfaden abgeschnitten, nachdem die Eiablage beendet ist. Andere überdauern mehrere Brunstperioden und bekunden oftmals sowohl für Eier als die ausschlüpfende Brut eine grosse Sorgfalt, welche sich zu den rührendsten Beispielen mütterlicher Fürsorge und Aufopferung steigert. Zumeist besorgen die Weibchen die Brutpflege. Krebse, Spinnen* tragen die Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen mit sich herum; die lebendig gebärenden Weibchen setzen mehr oder weniger selbständige Kinder ab und überwachen deren erste Schritte in die Praxis des Lebens.

Manchmal übernehmen auch die Männchen die Eipflege. Die Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans) schlingt die vom Weibchen abgelegte gallertige Eischnur um ihre Hinterbeine. Der Stichling baut das Nest und bewacht die Eier mit unermüdlicher Aufmerksamkeit.

Gemeinschaftlich bauen viele Vogelpärchen das Nest und sind von der Sorge um die Brut erfüllt. Die Weibchen hocken auf dem Gelege und schmiegen ihren Bauch oder vor der Brunst federlos gewordene blutreiche Hautstellen an die Eier, während die Männchen ihnen Nahrung bringen, sie verteidigen und freundlich mit ihnen zwitschern. Mehrere Hundert, oft 800—1000 Vögel einer in Südafrika wohnenden Art (Philetaerus socius) erbauen gesellig aus Gras und ähnlichen Stoffen ein grosses Strohdach an den Ästen eines Baumes. Unter dasselbe hängt jedes Pärchen sein Nest dicht neben das seines Nachbarn, so dass alle vor Regen und Raubtieren geschützt sind.

Viele Individuen, z. B. die Ameisen, Bienen und Wespen vereinen sich in grossen Staaten, um gemeinsam die Brutpflege zu besorgen. Ein Weibchen, welches den Winter überschlafen hat, baut im Frühjahre neue Zellen,

füllt sie mit Eiern und trägt emsig der Brut die Nahrung zu. Die ausschlüpfende Generation nimmt sogleich an der Arbeit teil, während die weibliche Gründerin — Königin der Genossenschaft sich nun auf die Eiablage beschränkt. So entstehen grosse unterirdische Nester oder freihängende Wabengehäuse, bewohnt von Tausenden von Individuen, denen die Geschlechtsorgane verkümmern. Zu bestimmten Zeiten schlüpfen aus den Eiern wahre Männchen und Weibchen aus, die einander begatten. Wenn dann im Herbste Männchen und Arbeiter absterben, dauern die begatteten Weibchen, überwintern und gründen im nächsten Jahre neue Kolonien.

Die Termiten kitten Bauten in der Grösse eines Heuschobers (4 bis 5 m hoch, 15—20 m Durchmesser der Basis) aus Lehm und Thon mit Speichel zusammen. Ein Männchen und Weibchen — König und Königin werden in einem Gelasse eingemauert, damit sie nicht entwischen. Mehrere Wochen lang legt die Königin mehr denn 50000 Eier täglich. Die Arbeiter tragen sie in andere Kammern, pflegen und erziehen die Brut. Oft sind viele Hunderttausend in solch einem Staate vorhanden.

Manche Staaten gehen periodisch zu Grunde. Aber bei den Bienen überwintert die Königin samt dem Volke der Arbeiter, welche in der Herbstdrohnenschlacht die faulen Männchen (Drohnen) abgestochen haben. Wenn im folgenden Frühjahr durch reges Brutgeschäft der Bienenstock volkreich geworden ist, wandert ein Schwarm der Arbeitsbienen und Drohnen mit der jungen Königin aus und sucht eine neue Wohnstätte.

In solchen Tierstaaten lassen sich wundervoll interessante Vorgänge beobachten, fast jede menschliche Einrichtung findet entsprechende Analogie. Kunstvolle Architektur, Wegebau, Raststätten, Pförtner, Hauspolizei, raffinierte Kriegsführung, Sklavenräuberei, gegenseitige Hilfeleistung, Krankenpfleger u. s. w. sind auch Erscheinungen im Ameisenstaate.

Auch die Färbung der Tiere, deren grossartige Schönheit und Mannigfaltigkeit unsere Bewunderung erregt, offenbart bestimmte Beziehungen zu anderen Faktoren. Man muss die Stücke nur nicht in einer Sammlung studieren, sondern mit dem Farbentone ihres Aufenthaltsortes vergleichen. Dann fällt eine ungeahnte Übereinstimmung der Hautfarbe mit der Umgebung — sympathische Färbung auf, welche das Tier fast unkenntlich macht: Weisse Tiere: Eisbären, Polarhasen, Schneeeulen bevölkern die Einsamkeit nordischer Eiswüsten; grüne Tiere: Heuschrecken, Blattläuse, Schlangen, Laubfrösche, Papageien leben zwischen frischem Laube; sandfarbige Tiere: Löwe, oder braune Tiere: Kamel, Antilope bewohnen die Wüste; das Gefieder der Sumpf- und Haidevögel (Schnepfen, Rebhühner, Wachteln) stimmt mit dem düsteren Kolorit der Vegetation; erdgraue, gelbliche Farbe zeigen die Käfer auf Sand- und Lehmboden; lichtfreundliche Arten sind heller gefärbt als Nachttiere; Tagschmetterlinge schillern lebhafter als Nachtschwärmer;

der Leib der Wassertiere ist oft krystallhell und durchsichtig wie ihr Wohnelement. Die Übereinstimmung ist in jenen Fällen besonders rätselhaft, wo die Farbe während der individuellen Lebensdauer in periodischem Cyklus oder mehrmals wechselt, z. B. trägt der Polarfuchs im Winter weissen Pelz, das Schneehuhn weisses Gefieder, im Sommer dagegen sind beide erdbraun gefärbt und vom eisfreien Untergrunde schwer zu unterscheiden. Die meisten Vögel werfen ein einfach gefärbtes Winterkleid in der Frühjahrsmauser ab und ziehen ein prächtiges Sommer- oder Hochzeitskleid an. Dabei macht sich oft der Dimorphismus der Geschlechter geltend, indem die Weibchen ihrer Umgebung sympathisch gefärbt sind, während die Männchen im bunten Schmucke prangen. Viele Raupen wechseln ihr Farbenkleid mehrmals während eines Sommers. Das Chamäleon, der Laubfrosch, viele Fische, Tintenfische vermögen die Farbe sogar willkürlich zu ändern.



Fig. 117.
Das wandelnde Blatt (Phyllium flaccidum).

Noch unverständlicher sind die Beispiele, welche uns eine fast vollständige Ähnlichkeit nicht bloss der Farbe, sondern der ganzen Tiergestalt mit irgend welchem Gegenstande der Umgebung vorführen — Mimicry. Hier sind die Stock- und Stabheuschrecken zu nennen und das wandelnde Blatt (Phyllium) (Fig. 117), dessen Hinterleib blattförmig verbreitert und abgeflacht ist, dessen Füsse blattähnliche Lappensäume tragen, dessen Flügeldecken trockenen gerollten Blättern gleichen; ferner Wanzen, deren Flügelskulptur vollkommen einer Baumrinde ähnelt, Raupen, Spinnen, welche dürre Zweige imitieren, welche Exkrementen anderer Arten ähnlich sind. Die Zeichnung auf der Flügelunterseite mancher Schmetterlinge täuscht den Eindruck eines vertrockneten Blattes vor. In der Ruhestellung mit zusammengeschlagenen Flügeln kopiert die Kupferglucke (Gastropacha quercifolia) ein trockenes Eichenblatt. Ein besonders schönes Beispiel liefert die indische Schmetterlingsart Callima paralecta (Fig. 118, 119). Schon der Schnitt der Flügel erinnert an die Gestalt eines Blattes, die Spitze der Hinterflügel gleicht dem Stiele, der vordere Winkel der Vorderflügel der Spitze desselben. Die Farbe der Flügelunterseite verstärkt die Täuschung, denn während die Oberseite bunt gefleckt erscheint, gleicht das schmutzig gelbliche Kolorit der Unterseite dem Tone eines abgestorbenen, mit Löchern, Pilzen, Rostflecken ver-

sehenen Laubes, dessen Mittelrippe ein dunkler, zwischen der vorderen und hinteren Flügelspitze schräg hinziehender Streif bildet. Der sitzende Schmetter-

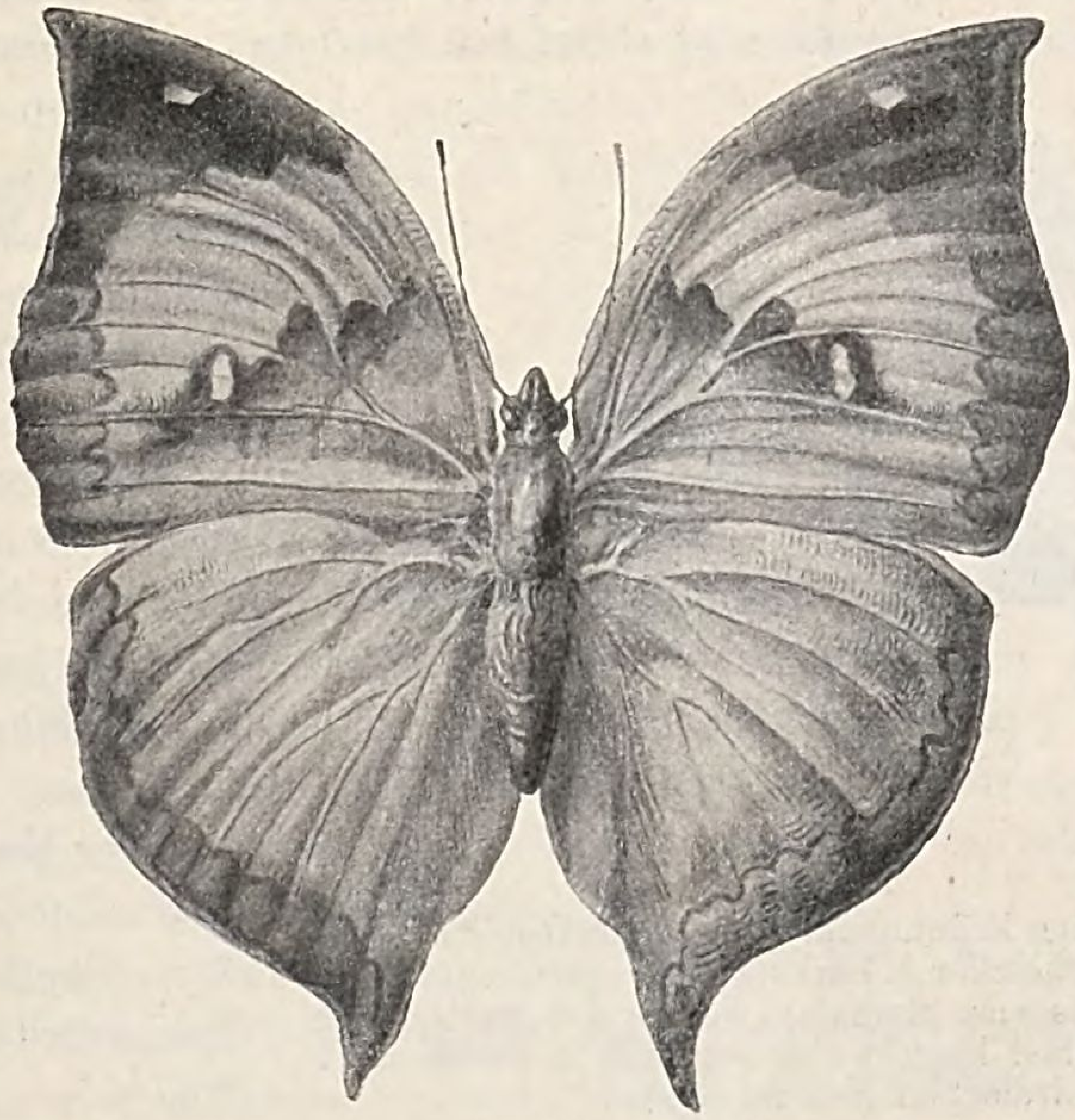


Fig. 118.
Callima paralecta. Oberseite der Flügel. Nat. Gr.

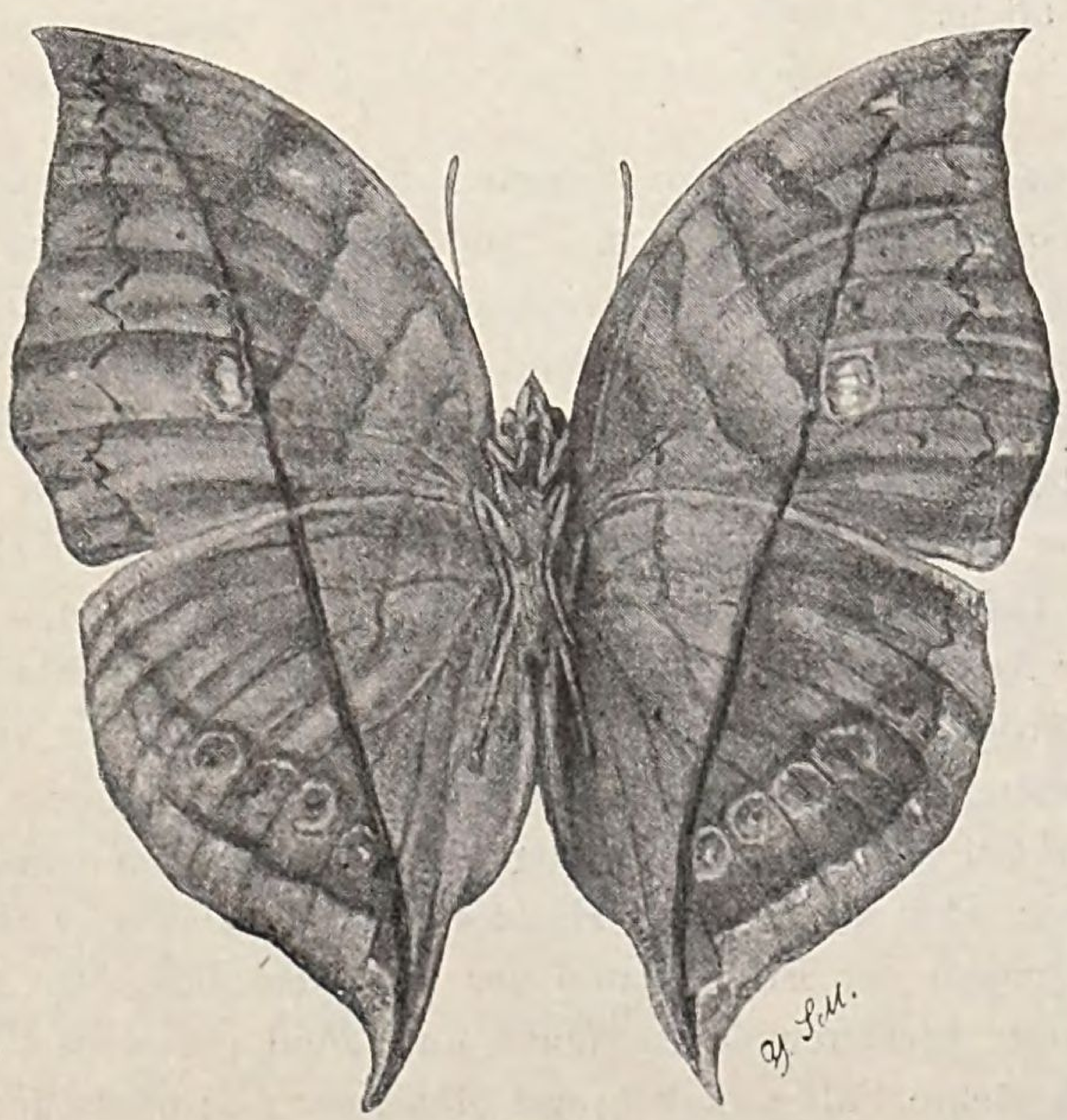


Fig. 119.
Callima paralecta. Unterseite der Flügel. Nat. Gr.

ling schlägt die Flügel so zusammen, dass ihre Unterseite aussen liegt und wird dadurch den Blicken seiner Feinde entzogen.

Oft herrscht sogar eine hochgradige Übereinstimmung zwischen manchen im wissenschaftlichen Systeme weit entfernt stehenden, aber geographisch benachbarten Arten, dass es schwer hält, sie zu unterscheiden. Eine Art äfft die andere Art nach, welche auffällige Merkmale und gefährliche Verteidigungswaffen besitzt, die der ersteren fehlen, so dass die harmlose Art gewissermassen in der Maske der Gefährlichen „verkleidet“ ist: Der Kuckuck ist in Farbe und Zeichnung dem Sperber ähnlich, Schmetterlinge (Glasflügler — Sesien) und Fliegen tragen Gestalt und Zeichnung von Wespen oder Bienen (Fig. 120). Oft mimikrieren nur die Weibchen allein.



Fig. 120.
Rechts saugt eine Erdhummel (Bombus terrestris) Nektar aus den Blütenkelchen. Links steht eine Fliege (Volucella bombylans var. plumata), welche das bunte Haarkleid der Hummel kopiert und zugleich in deren unterirdischen Nestern wohnt.

Die mit der planetaren Bahnbewegung der Erde schwankenden Mengen der von der Sonne zugeführten Licht- und Wärmestrahlen, sowie die Veränderungen der atmosphärischen Phänomene spiegeln sich deutlich im Leben der Tiere wieder. Es giebt sich anders, wenn Blütenhauch die Luft süsst, als wenn rauhe Stürme über das Land brausen. Tägliche Perioden voll Arbeit und Begierde wechseln mit Ruhe und Sättigung. In bestimmten Zwischenräumen ist dem Lebensflusse jedes Tieres eine Periode eingeschaltet, in welcher die Thätigkeit des Körpers erschlafft, gewisse Organe in geringerem Grade von der Aussenwelt affiziert werden, die Reizempfindlichkeit der Sinne und die willkürlichen Bewegungen aufhören. Dies erfolgt in verschiedenen Tageszeiten, abhängig davon, ob das Tier heller Tagesstunden oder gedämpften Lichtes zur Arbeit, grösserer oder geringerer Wärmemengen bedarf, um sich wohl zu fühlen: Das Krähen des Hahnes und Vogelsang verkünden den Morgen, das Quaken der Frösche und der Flug der Eule den Abend. Am Tage streifen die Lichtfreunde in Wald und Feld auf weiten Wegen umher, bunt geschmückte Falter gaukeln auf blühender Au; pfeilschnell schiessen Bienen und Fliegen im hellen Sonnenschein; die Schwalben steigen hoch, die

Lerchen trillern. Wenn die Sonne sinkt, schliessen sich die Blütenkelche, ihre Gäste kehren in die Schlupfwinkel heim, Schnacken und Eintagsfliegen aber tanzen lustigen Reigen. Ist der laute Lärm des Tages verstummt, treten die dunklen Gefährten der Nacht aus ihrer stillen Zurückgezogenheit und huschen einsam über die Halden. Vor aufsteigenden Gewitterwolken bergen sich die Tiere in ängstlicher Scheu, aber die Sturmvögel fahren auf der sausenden Windsbraut daher. Hat Regenschauer die Erde mit nassem Dunst überzogen, tauchen viele aus den Höhlen auf, wohin trocknende Hitze sie bannte.

Auffallende Grenzlinien zeichnet die winterliche Zeit in das tierische Leben. Ehe die letzte Dolde blüht, ziehen die Sommergäste ab; rauhere Arten zehren die vergessenen Halme auf Stoppeln und Triften. Lemminge, Eichhörnchen, Bisamochsen wandern in südliche Lande, die Wale fliehen die nordischen Meere, und unaufhaltsam rauscht der Zug der Wandervögel in wärmere Gegenden. Sehr früh treten Nachtigallen und Störche die Wallfahrt an, Ende September folgen die Meisen, im Oktober rücken Grasmücken, Rotkehlchen, Stare, Bachstelzen und Wasserhühner ab. Die Strichvögel weichen von den frostigen Höhen in die Vorberge und Ebenen zurück, die Fische steigen in die Tiefe des Wasserbeckens.

Die Standtiere aber bleiben trotz des Wechsels der Jahreszeit der Heimat treu. Krähen, Elstern, Raben, Eulen, Sperlinge, Rebhühner suchen geschützt von einem dichten Gefieder, das in der Frühlingsmauser wieder abgeworfen wird, Unterhalt auf den beeisten Fluren. Manche scharen sich in grossen Ballen zusammen, um sich gegenseitig zu erwärmen, wie die Bienen und die Goldafterraupen. Andere empfinden die Veränderung und den Mangel der Bedürfnisse nicht, weil sie sich tief in die Erde vergraben und in Schlaf verfallen, wie die Frösche, Molche, Schlangen. Dachs, Igel, Murmeltier und Hamster kauern sich in einsamen Lagerhöhlen zusammen und verschlafen den schroffen Temperaturwechsel. Die Muskeln werden starr, die Atmung wird verlangsamt, der Pulsschlag geschwächt. So halten sie viele Monate ohne Nahrung aus. Ihr Körper ist lange darauf vorbereitet. Fettmassen sind in der Bauchhöhle, unter der Haut während der guten Futterzeit aufgespeichert worden und liefern jetzt die Speisung des wenig intensiven Oxydationsprozesses.

Wenn die Bäume ihr Laub wieder treiben, wird der Bann gelöst. Die Winterschläfer erwachen, die streichenden Arten schieben ihre Posten weiter nach Norden vor; die Vögel kehren zur Stätte ihrer ersten Jugend in bestimmter Reihenfolge zurück: zuerst erscheinen die Lerchen, dann folgen Dohlen, Finken, Bachstelzen, Misteldrosseln, Kraniche, Kiebitze, Rotkehlchen, Amseln, Grasmücken, Störche, Schwalben, Kuckucke, endlich die Nachtigallen.

Umgekehrt führt eine Sommerwanderung, wenn die Hitze der Luft allzusehr steigt, die Affen Indiens in den Himalaya; die Renntiere ziehen auf das Gebirge, um blutgierigen Insekten der Ebene zu entfliehen. Und ein Sommerschlaf wiegt die Tiere der Tropen während der heissen Zeit ein.

Bei vielen ist die Empfindlichkeit gegen klimatische Schwankungen nach den Lebensstadien verschieden. Im Ei- und Larvenzustande sind viele Arten widerstandsfähiger: während die reifen Insekten schon von geringfügiger Abkühlung tödlich getroffen werden und im Herbste absterben, überwintern ihre Eier und Larven. Bei den Wespen sterben Männchen und Arbeiter im Herbste, die begatteten Weibchen aber halten einen Winterschlaf und legen im Frühjahre die Eier ab.

Deshalb beeinflusst das Klima und die von ihm abhängige Vegetation die Verbreitung der Tierarten und verteilt sie ungleichmässig über die Erde. Gemsen können nur auf Bergen, andere (Hirsch, Jaguar) nur in Wald oder Dickicht, einige (Kamel, Gazelle, Strauss) nur in der Wüste, andere nur auf der Heide leben, manche sind abhängig vom Sumpfgebüsche, andere siedeln am Meeresstrand, andere schwimmen und tauchen im Ozean selbst. So besteht zwischen der Plastik des Bodens, der Richtung der Gebirge, der Ausdehnung der Wälder, der Weite der Ebenen, dem Netz der Wasserläufe, der Verteilung der Wasserbecken, der Gliederung der Kontinente, der Küstenentwickelung, der Festigkeit und Fruchtbarkeit des Bodens und zwischen der tierischen und pflanzlichen Welt ein enger untrennbarer Konnex. Wo zwischen den Wendekreisen warme feuchte Luft eine üppige Vegetation riesenhafter Bäume, Palmen, Farne und Gräser umfächelt, entwickelt sich eine Fülle eigenartiger prachtfarbiger Tiere: Scharen von Affen, riesige Dickhäuter, Raubtiere, Schlangen, unzählige Insekten und Weichtiere. Gegen Norden treten andere Pflanzen auf und eine andere Bevölkerung. In der gemässigten Zone leben Fuchs und Wolf, Schaf, Biber, Murmeltier, Sperlinge, Singvögel. Die arktische Region nährt Eisbären, Renntiere, Walrosse, Schwimmvögel, Alken, Pinguine, Flohkrebse.

Gewisse Arten sind darauf angewiesen, die besonderen Bedingungen ihrer Lebensführung vorzufinden und bleiben im engen Horizonte ihrer Heimat, andere sind widerstandskräftiger und schmiegen sich leicht neuen Verhältnissen an. Immer spricht die anatomische Organisation ein wichtiges Wort bei allen Lebensverhältnissen: der kurzbeschwingte Zaunkönig kann nur wenige Meilen fliegen, während Sturmvögel und Möven über Ozeane schweben.

Das starre Gerüste des Erdballes steht in ebenso innigen Beziehungen zur Tierwelt wie die Vegetation. Es bietet einem Heere von Lebewesen Wohnung und Unterschlupf und wird von anderen durchfurcht. Die unterirdischen Tiere treiben Stollen und Schächte, andere lockern die oberflächlichen Schichten des Bodens. Dadurch wird das Eindringen von Wasser erleichtert, die Sprengwirkung des Eises macht sich geltend und Regengüsse befördern die Abnagung der Gebirge. Andererseits fördert die Entwickelung eines durch anorganische Salze gefestigten Stützskeletes der Lebewesen die Bildung der Gesteinsmassen. Aus dem Wasser der Flüsse, Seen und Meere nehmen die Tiere die gelösten Salze auf, um sie im Skelete auszuscheiden: die Wirbeltiere, die Schnecken, die Krebse, die Korallen verwenden kohlensauren Kalk,

die Schwämme und viele Protozoen Kieselsäure als Baustoff. Nach dem Tode häufen sich die Skeletreste in mächtigen Schichten an und werden allmählich in krystallinisches Gestein umgewandelt, das durch Erdrevolutionen auf das Trockene gehoben wird.

So weit wir die Augen öffnen, in allen Erscheinungen des tierischen Lebens tritt uns ein ganz bestimmtes Verhältnis der Vorgänge entgegen als eine einfache Konsequenz des organischen Baues aller Lebewesen. Die Gliederung des Körpers und die Korrelation seiner Funktionen ist einer Konnexion der äusseren Lebensbedingungen zugesellt, und weit abliegende Vorgänge stehen in einem geheimnisvollen innigen Verbande.

Die nervösen Organe.

Die Tiere lernen die Welt durch die Organe der sinnlichen Wahrnehmung — Sensibilität kennen, welche durch äussere Vorgänge — Reize erregt werden und die Veränderung ihres Zustandes in das Centralnervensystem fortleiten, damit dasselbe in irgend einer Weise den Reizen antwortet. Als Stätten dieser Fähigkeit sind die Züge der Nervenfasern und die Haufen der Ganglienzellen zu betrachten. Beide schaaren sich in grössere gemischte Haufen — psychische Centren, Ganglienknoten, Nervenkerne und liegen in der Längsachse des Tierkörpers paarig und reihenweise durch quer und längsstreichende Fasern unter einander verbunden.

Beim Menschen und bei den Wirbeltieren hat dieses Faserwerk die Gestalt eines Hohlrohres, das in Gehirnblasen und Rückenmark gegliedert ist. Bei niederen Tieren gruppieren sich die nervösen Zellelemente in längs- oder kreisförmig verlaufenden Strängen. Von diesen als Centralorganen aufgefassten Massen ziehen kleinere Bündel in ganz bestimmtem Verlaufe zu den einzelnen Regionen des Körpers, wo sie unter reicher Verzweigung entweder in Telodendrien oder mit feinen Knöpfchen enden. Manche Nervenzüge, die Sinnesnerven gehen an bestimmte Zellen der äusseren Haut, welche dadurch in das Nervensystem gewissermassen eingeschaltet werden und mit ihm eine funktionelle (nicht morphologische) Einheit bilden. Solche Bezirke der Hautzellen sind besonders differenziert, indem ihrer freien Oberfläche Härchen oder Stäbchen mannigfacher Art aufgesetzt sind (Fig. 121). Sie fangen als Sinnesorgane die an die äussere Decke des Tierkörpers dringenden Wirkungen vieler in der Aussenwelt erfolgenden Vorgänge auf und vermitteln die Fortleitung in die sensiblen Bahnen des Nervennetzes. Die ein Sinnesorgan treffende Erscheinung: Licht, Wärme etc. dringt nicht in den Körper ein, sondern verursacht zunächst in der Sinneszelle und dann in dem zugehörigen Nerven eine Veränderung — Erregung, welche sich auf der Nervenbahn mit einer Schnelligkeit von 60—150 Meter in der Sekunde fortpflanzt. Jedes Sinnesorgan hat wie die anderen Körperorgane einen bestimmten Umfang seiner Leistungsfähigkeit — Perception; die

obere und untere Grenze derselben — Reizschwelle schliesst die Erregungen stärkeren oder schwächeren Grades ganz von der Wahrnehmung des des Tieres aus, ferner besitzen die Sinneszellen nebst den Nerven eine besondere Erregbarkeit — spezifische Energie für ein bestimmte Klasse von Erscheinungen; anderen gegenüber sind sie vollkommen taub, z. B. der menschliche Magen wird durch Spiessglanz zum Erbrechen gereizt, während das Auge dadurch gar nicht angegriffen wird. Jede Erregung des Sehnerven empfindet das Tier als Lichterscheinung; Druck, Stoss auf das Auge, elektrische Schläge, Zerrung der Netzhaut erregen in ihm eine Lichtempfindung, gleich als seien sie von einer äusseren Lichtquelle verursacht.

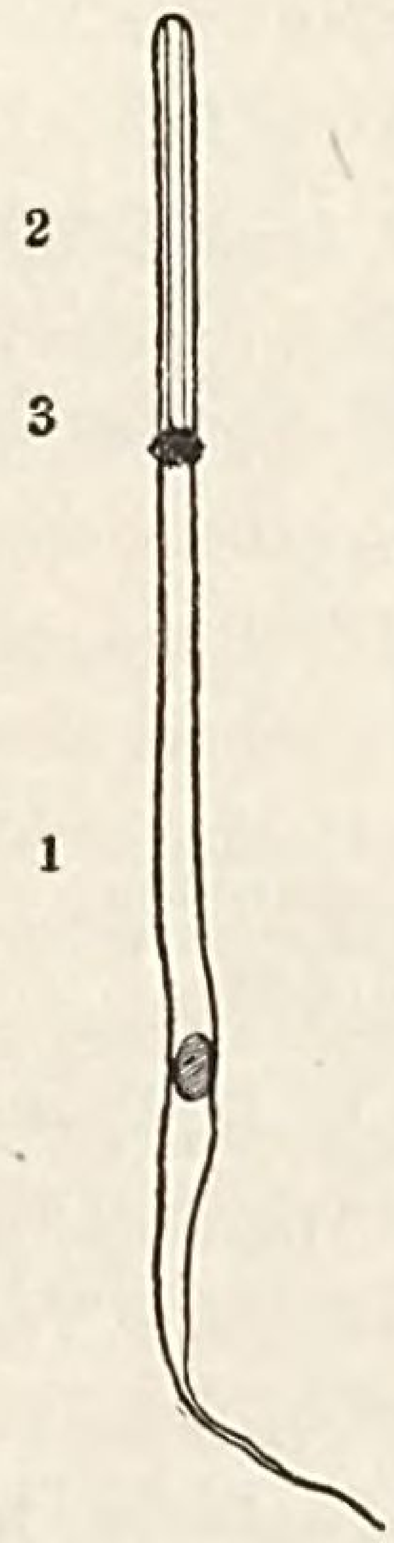


Fig. 121.
Sinneszelle im Auge eines freischwimmenden Meerwurmes (Alciope). Nach Greeff aus Hatscheck (Lehrb. d. Zool.).
1 Zellkörper, *3* Pigmentschicht, *2* Stäbchen.

Die Stätten, an welchen äussere Einwirkungen den Tierkörper erregen, sind wohl umgrenzt. Manche derselben werden auf der ganzen Oberfläche des Tieres empfunden, z. B. die mit dem Namen Wärme, Kälte, Struktur der Oberfläche bezeichneten Eigenschaften, andere wie Schallbewegung, Lichterscheinungen, Geruch und Geschmack auf engeren Regionen. Die Sinnesorgane sind teils sehr künstlichen teils einfacheren Schreibtafeln vergleichbar, auf welche die Aussenwelt ihre Wirkungen eintragen kann, denn die letzteren werden nur empfunden, wenn sie wirklich auf den dieser Leistung dienstbaren Platz treffen, im gegenteiligen Falle gehen sie für das Tier vollkommen verloren. Einzelne Organe empfinden nur Einflüsse aus nächster Nähe, wie Tast- und Geschmackswerkzeuge, andere reichen in die Ferne, wie Geruch, Gesicht und Gehör. Da die Aussenwelt nur auf bestimmt vorgebildete Organe des geistigen Vermögens einwirkt, hängt die Kenntnis, welche das Tier erwerben kann, von der Struktur der Endapparate und der Mannigfaltigkeit derselben ab. Je mehr Einzelheiten gleichzeitig wahrgenommen werden, umso besser wird das Individuum orientiert. Zahl und Schärfe der Sinnesorgane steigert sich, je vielseitiger die Beziehungen der Lebewesen zu ihrer Umgebung, je mannigfaltiger die Handlungen der Tiere werden. Sie sind schwach ausgebildet bei festsitzenden Formen oder Höhlenbewohnern, scharf entwickelt bei frei umherschweifenden, von tierischer Kost lebenden Räubern.

Sinnesorgane und Nerven verändern in periodischem Rhythmus oder aus noch nicht erkannten Ursachen ihre Reizbarkeit, sie werden oft weniger empfänglich für äusseren Reiz und ermüden, wenn ein länger andauernder

Reiz sie abstumpft. Andererseits entfalten die Tiere durch Erregungen, welche infolge besonderer Zustände innerer Organe, z. B. des Darmkanales, in den Nervenbahnen auftreten, eine ausserordentliche Sinnesthätigkeit. Z. B. steigert Hunger, Durst, der Geschlechtstrieb die Wahrnehmungsfähigkeit für Gerüche, Töne und Gesichtsbilder, und lässt die Tiere manches wahrnehmen, was unbeachtet bliebe, wenn sie gesättigt oder befriedigt sind.

Die Erregungen im Nervensystem stehen in engem gegenseitigem Abhängigkeitsverhältnisse: der Reizung der Sinnesorgane folgen in gesetzmässiger Notwendigkeit Erregungen in den Centren und dann in anderen, oft weit entfernt liegenden Bezirken des Nervennetzes, wie eigene Beobachtung an unserem Körper zeigt, teils bewusst, teils unbeabsichtigt. Die Regelmässigkeit der korrelativen Wirkungen des Nervensystemes fiel von jeher an den Tieren auf, welche in den mancherlei Lagen des Lebens immer das richtige Benehmen an den Tag legen, um gerade ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Das tierische Gebaren wurde deshalb zweckmässig, d. h. zielbewusst genannt, indem es mit Erfahrungen unseres eigenen Handelns verglichen wurde. Aus der eingehenden Überlegung dieses Vergleiches erwuchs die Meinung, dass das Tier ebenso wie der Mensch die Möglichkeiten und Folgen seines Verhaltens erwäge und sich eines bestimmten Zweckes wohl bewusst geworden sei, ehe es durch entsprechende Bewegungen denselben zu erreichen suchte. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint die Richtigkeit dieses Schlusses unanfechtbar, aber nach genauerer Überlegung erhebt sich der Einwand, dass dem Menschen der Besitz der Sprache allein die bewusste Überlegung gestattet und dass die Tiere durch neue, einigermassen von den bekannten abweichende Verhältnisse ratlos werden. Deshalb hat man den Unterschied durch ein Wort bezeichnet und dem zielbewussten Handeln des Menschen, dem die Willensfreiheit zugeschrieben wird, den Instinkt der Tiere gegenüber gestellt mit der Definition, dass Instinkt zweckmässiges Handeln ohne Bewusstsein des Zweckes sei. Der Begriff Instinkt ist jedoch nicht auf Grund direkter Beobachtung gebildet worden, weil die geistigen Vorgänge und Empfindungen der Tiere während des thätigen Lebens sich unserer exakten Kenntnis entziehen. Die experimentellen Untersuchungen aber haben darüber aufgeklärt, dass viele sog. zweckmässige Bewegungen auch nach Zerstörung des Gehirnes oder grosser Nervencentra oder nach Verstümmelung des Körpers ausgeführt werden. Solche Bewegungen sind unbewusste — Reflexbewegungen, indem auf die Reizung eines Körpernerven eine ganz bestimmte durch Beobachtung und Erfahrung uns bekannt werdende Bewegung oder andere Erscheinungen folgen, sodass in unbedingt notwendiger Verkettung zwei Veränderungen des nervösen Zustandes nach einander auftreten. Auf den Reiz einer oberflächlich liegenden peripheren Sinneszelle eilt eine Erregung zu Ganglienzellen und biegt durch die Vermittelung derselben auf einen Bewegungsnerven um, der einen neuen Vorgang motorischer oder sekretorischer oder chemischer Natur

anregt[1]). Die Grenze zwischen bewussten und reflektorischen Bewegungen ist ausserordentlich schwer zu ziehen, ja der Versuch wird ganz unmöglich, wenn man die Einzelheiten der Bewegungen analysiert. Der Mensch kann wohl bewusst den Arm und die Hand nach einem bestimmten Ziele bewegen, allein er ist sich nicht bewusst, welche Muskeln einen besonderen Kontraktionsreiz von den Nerven erhalten sollen und wie stark der Reiz in einem bestimmten Falle sein soll etc. Unserem Bewusstsein wird eben eine grosse Summe von nervösen Einzelerregungen bekannt, niemals das Detail des Vorganges und noch weniger die gleichzeitigen Reflexerscheinungen, welche an entfernten Regionen Veränderungen auslösen. Die Bahnen und Centren des Nervensystems, sowie die darin ablaufenden Erregungen sind innig unter einander verkettet durch eine bestimmte Korrelation. Jedes einzelne Stück erfüllt eine besondere Aufgabe im Rahmen des ganzen Leitungsnetzes, sodass seine Zerstörung den Verlust bestimmter Fähigkeiten nach sich zieht, z. B. Vernichtung des Auges: Blindheit, Zerschneidung des Muskelnerven: Bewegungslosigkeit herbeiführt.

Da Nervensystem und Sinnesorgane innerhalb der einzelnen Stiltypen des Tierreiches recht verschieden gebaut sind, lässt sich keine gemeinsame Schilderung derselben entwerfen. Ihre Eigenart ist im speziellen Teile nachzusehen. Konventioneller Weise werden die Sinnesorgane in sechs grosse Gruppen eingeteilt und demgemäss bezeichnet, obgleich die Bedeutung vieler wahrscheinlich als Sinnesorgane fungierender Regionen bei niederen Tieren nicht mit derjenigen gleichnamiger Organe der höheren Tiere und des Menschen übereinstimmt.

A. **Tastorgane** orientieren über Kälte und Wärme, Härte und Weichheit, Rauhigkeit und Glätte, Druck oder Berührung. Sie liegen in der Haut der Tiere, teils über die ganze Oberfläche verbreitet, teils an bestimmten Stellen massig gehäuft, besonders an erhabenen Körperteilen, z. B. in den Fühlhörnern der Insekten, Würmer, Schnecken. Sie ragen oft über die Haut als Tastborsten oder sind ihr tief eingegraben. Wenn sie frei stehen, tragen die Zellen immer kleine, stiftartige Fortsätze.

B. **Geruchsorgane** nehmen die riechbaren Wirkungen vieler Stoffe, der gasförmigen in der Luft und der in Wasser gelösten Substanzen wahr und dienen ausserdem den Tieren, um Nahrung oder während der Brunst das andere Geschlecht zu wittern und Feinde zu meiden.

C. **Geschmacksorgane** liegen in der Mundhöhle und prüfen den Geschmack der Nahrung, die verschiedene Art ihrer Reizung durch die in der

[1]) „Impressionum sensoriarum in motarias reflexio" (Prochaska).

Mundflüssigkeit löslichen Stoffe wird als süss, sauer, salzig, bitter unterschieden.

D. **Organe des statischen Sinnes** orientieren über die Lage des Tierkörpers und seine Stellungsänderung. Sie treten als kleine mit Flüssigkeit erfüllte, offene oder geschlossene Bläschen (Fig. 122) auf und bergen feine oder grobe Steinchen, die auf der Haardecke des Wandepithels balancieren.

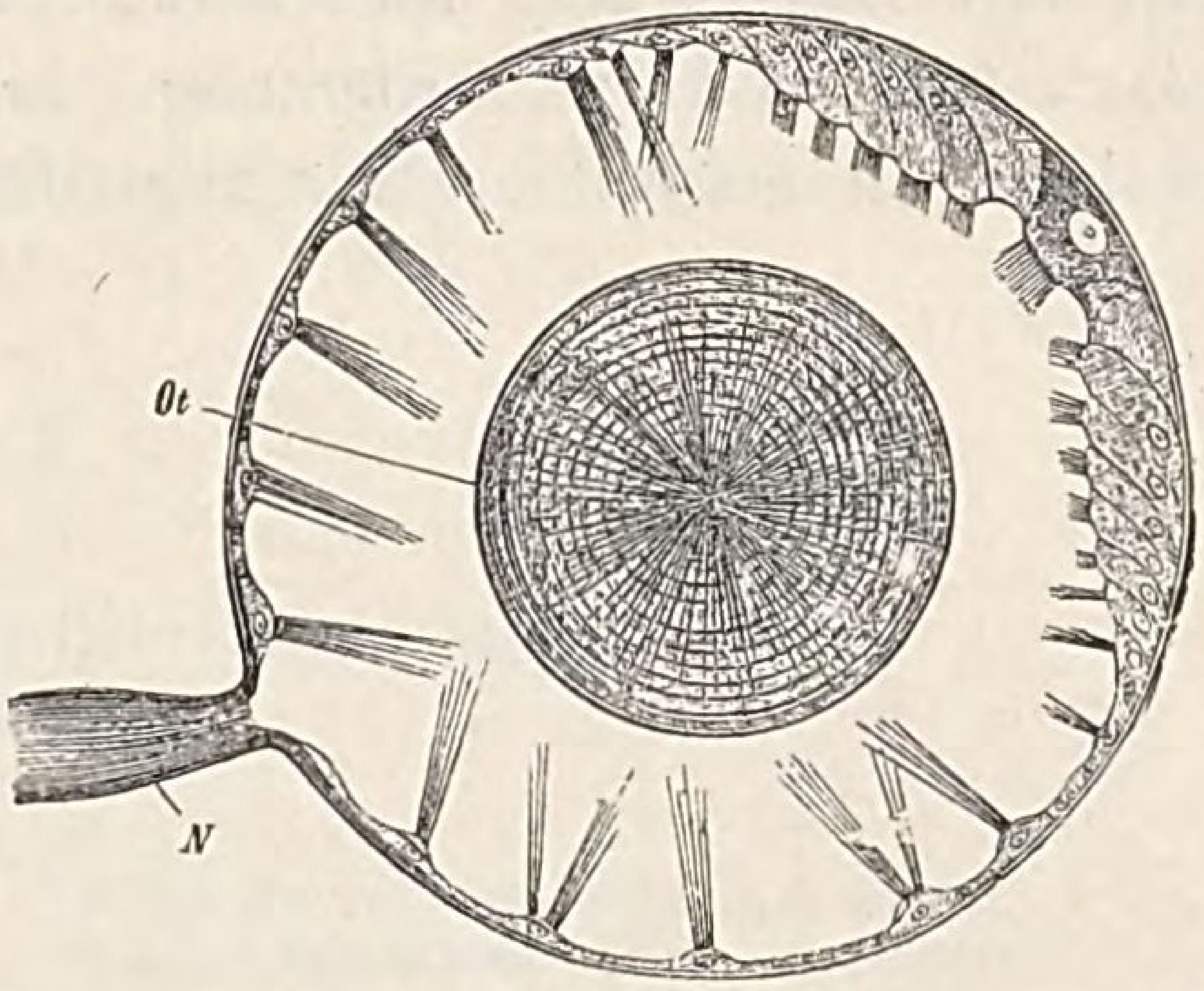
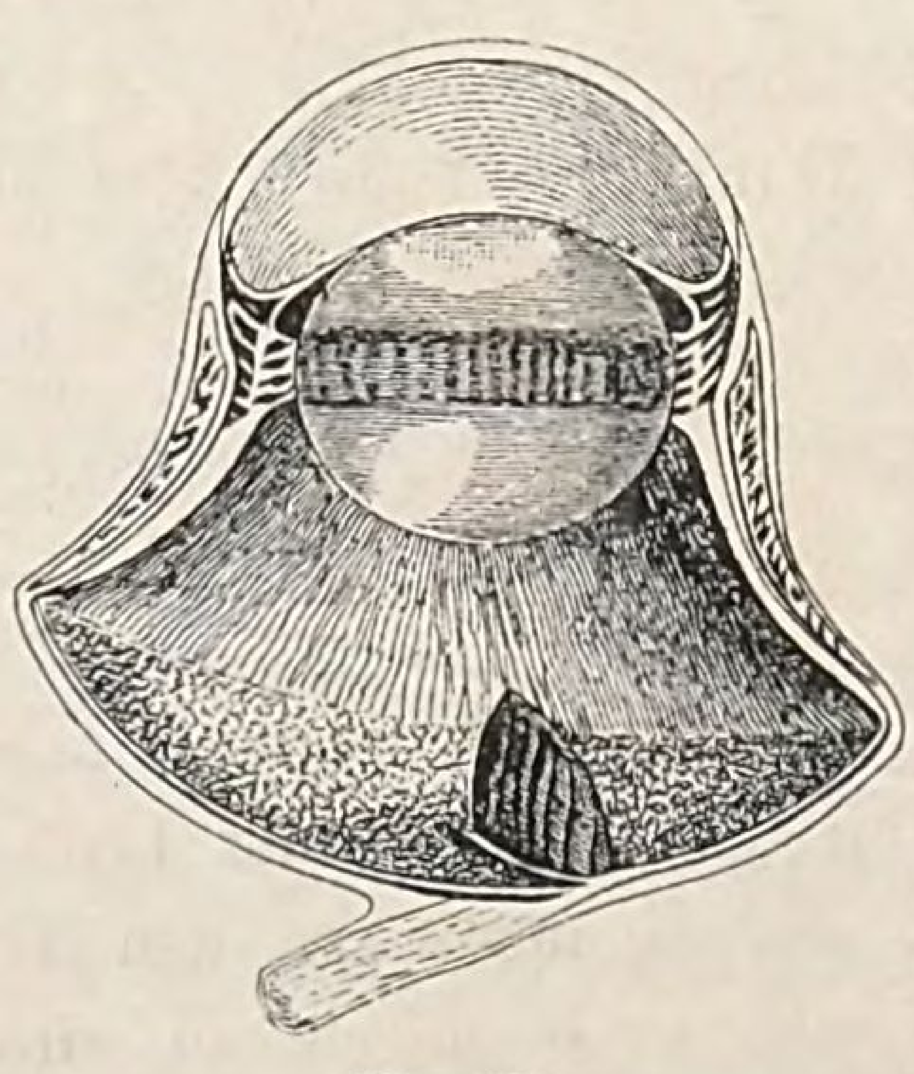


Fig. 122.
Organ des statischen Sinnes von einer Schneke (Pterotrachea). Aus Boas (Lehrbuch der Zoologie).
N Nerv, *Ot* Stein-Statolith.

E. **Die Gehörorgane** werden durch die Schallschwingungen erregt. Es sind an geschützten Orten gespannte Zellmembranen, welche von den anstossenden Schallwellen zur Mitschwingung gebracht die Empfindung des Geräusches oder Klanges vermitteln und Stärke, Höhe, Farbe und in gewisser Weise auch die Richtung erkennen lassen, aus welcher der Klang schallt.

F. Mit den **Augen** erblicken die Tiere Licht, Farbe, Gestalt, Grösse und Entfernung der Gegenstände. Augen sind durchsichtige Partien der Körperhaut, abgegrenzt durch Pigmentablagerung. Viele Augen niederer Tiere in Gestalt von einfachen Pigmentflecken vermögen nur Licht und Lichtschwankungen, d. h. Hell und Dunkel, andere vielleicht noch Lage und Richtung einer Lichtquelle wahrzunehmen. Höher organisierte Augen sind nach dem Prinzipe einer Camera obscura (Fig. 123) gebaut als offene Gruben oder geschlossene Blasen. Die durch die vordere Öffnung oder eine durchsichtige Hautzone eindringenden Lichtstrahlen werden im Hintergrunde der Augenkammern in Bildern gesammelt, entweder undeutlich, sodass das Tier nur Bewegungen wahrnimmt, oder scharf, so dass der Blick alle Einzelheiten der Gegenstände zu analysieren vermag. Bei den Facettenaugen der Insekten sind die Sehsinneszellen in divergierende Pigmentröhren eingeschlossen und deren eine


Fig. 123.
Meridionalschnitt durch das Auge des Uhu. Nach Sömmering-Leuckart.

grosse Zahl an einander gefügt — musivische Augen. Vielfach sind nur ein Paar Augen vorhanden, oft finden sie sich auch in grösserer Zahl. Der Grad der Sehvollkommenheit ist ausserordentlich verschieden, aber immer dem Kreis von Gegenständen angepasst, in welchem das Tier sein Leben hinbringt. Viele können ohne Gesichtswahrnehmung auskommen. Die kleinen unter der Haut versteckten Augen des Maulwurfes sehen nur Licht und Dunkel. Kleine Tiere sehen auf kurze Entfernung sehr scharf, grosse Tiere sind umso weitsichtiger, je grösser ihre Bewegungsfähigkeit ist.

X.

Der moderne Zustand.

> Willst Du im Unendlichen Dich finden,
> Musst unterscheiden und dann verbinden.

Linné hat den Grund zur Entwickelung der zoologischen Wissenschaft gelegt, indem er die sprachlichen Gruppenbegriffe durch feste Merkmale begrenzen lehrte und der vergleichenden Methode der Betrachtung das ihr gebührende Vorrecht sicherte. 150 Jahre nach seiner Reform gilt noch immer seine Ansicht, dass für jede systematische Einteilung vorzüglich morphologische Charaktere als Merkmale brauchbar sind und dass die früher beliebten Eigenschaften physiologischer oder biologischer Art nur eine untergeordnete Rolle spielen können. Aus diesem Grunde trägt das zoologische System einen einseitigen Charakter. So sehr es auch verbessert worden ist, seine Abteilungen vereinen mehrere Arten nur wegen des gemeinsamen Besitzes von einigen übereinstimmenden Formcharakteren; neben denselben stehen andere in der speziellen Ausbildung einzelner Organe etc. liegende Kennzeichen, welche oft starke Abweichungen zeigen. Darum ist aus der Einreihung irgend einer Art in eine weitere systematische Gruppe kein unbedingter Rückschluss auf die Ausbildung und Verwendung aller Organe erlaubt.

Der Wunsch, alle Gruppen durch leicht sichtbare Merkmale zu charakterisieren, damit die Zugehörigkeit zu einer systematischen Gruppe und der Name für jede Tierart leicht zu finden seien, verleitete Linné und viele seiner Nachfolger zur Berücksichtigung und Überschätzung nebensächlicher Bildungen. Nachdem die Kritik diesen Fehler aufgedeckt hatte, ist in neuerer Zeit der Spott über die äusseren Merkmale wachgerufen worden. Es würde jedoch ein schlechtes Verständnis der zoologischen Geschichte verraten, wenn wir der Geringschätzung der von Linné benutzten Kennzeichen beistimmen und seine Richtung als „Balgzoologie“ verwerfen wollten. Durch den modernen Fortschritt sind jene äusseren Merkmale nicht überflüssig geworden, und behaupten heute noch das gleiche Recht wie ehedem. Sie reichen zwar

zur Begrenzung umfassender Gruppen im modernen Systeme nicht aus, aber sie sind als Merkmale der Arten recht bequem, besonders wenn man ein Tier rasch erkennen will. Dem geübten Auge genügt dazu oft das flüchtige Bild einer ganz unbedeutenden Eigenschaft. Man muss eben streng auseinander halten, ob ein Merkmal der Begrenzung einer engen Gruppe mit Rücksicht auf den praktischen Gebrauch oder dem Ausbaue des wissenschaftlichen Systemes dienen soll. Im ersten Falle sind rein äusserliche Kennzeichen der Farbe, Besonderheit des Ganges, Fluges, Ton der Stimme, sogar der Lebensweise, Aufenthaltsort u. s. w. empfehlenswert, während sie im wissenschaftlichen System gar keine Rolle spielen können. Bei der allen Menschen anhaftenden Vorliebe zu rascher Verallgemeinerung machte die Lösung der Frage, welche Formeigentümlichkeiten von der Systematik berücksichtigt werden sollen, recht grosse Mühe. Denn da die kleinen Artbezirke oft durch geringfügige Äusserlichkeiten leicht bestimmbar waren, glaubte man auch die grossen Gruppen durch ähnliche Mittel umgrenzen zu können und beharrte in dieser Auffassung um so lieber, als die Aufstellung weiter Begriffe, welche die gemeinsamen Eigenschaften einer schier unermesslichen Zahl von Thatsachen umfassen, auf allen Gebieten geistiger Arbeit das grösste Interesse erweckt. Die hierdurch hervorgerufene Unbestimmtheit ihrer Grenzen wirkt als ein eigentümlicher Reiz, welcher die weniger scharfsinnigen Menschen umgarnt und vage Spekulationen unterstützt. Erst der feiner geschulte Sinn stösst sich an diesem Missstande und strebt, ihre Grenzlinien dem willkürlichen Ermessen zu entziehen.

Das war erst möglich, als eine engere Fühlung der zoologischen Systematik mit den zootomischen Kenntnissen eintrat, welche lange Jahrhunderte als fundamental verschieden beurteilt waren, obwohl sie nur andere Eigenschaften des Tierkörpers, als die anfänglich wichtig erscheinenden äusseren Merkmale betrafen. Die Zoologen streng Linnéscher Observanz hatten es sogar für ein gröbliches Vergehen gehalten, als einzelne schon im vorigen Jahrhundert die Verwendung anatomischer Merkmale verlangten, und hatten Linné getadelt, dass er denselben nicht allen Wert abgesprochen hatte. Freilich musste der Zustand der anatomischen Kenntnisse und der Mangel einer befriedigenden Ordnung doppelt trostlos erscheinen, nachdem die vergleichende Methode durch Linné in der Systematik den Sieg errungen hatte.

Als zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts die zootomischen Kenntnisse auf den wissenschaftlichen Rang der systematischen Zoologie erhoben wurden, dadurch, dass die bestimmten Beziehungen der Lage und Form einzelner Regionen des Tierkörpers erkannt und als gemeinsames Merkmal grosser Tiertypen nachgewiesen waren, hat die Systematik eine neue Förderung erfahren. An Stelle der äusserlichen morphologischen Merkmale weiter Gruppen traten nun anatomische (innere morphologische) Eigenschaften,

welche weniger schwanken und bessere Grenzmarken abgeben. Besonders das Prinzip der Korrelation hat den Fortschritt der systematischen Zoologie unterstützt. Denn zu einer Zeit, die einsah, dass wenige äussere Merkmale niemals zur scharfen Begrenzung grosser natürlicher Gruppen genügen können, kam es dem lebhaften Wunsche nach Verbesserung entgegen und lehrte, dass die äusseren Formeigentümlichkeiten der Tiere in enger Beziehung zu anderen Eigenschaften des Körpers stehen. So ist das systematische Merkmal nicht eine zufällige, für den Aufbau des Systems bequeme Eigenschaft, sondern ein Symbol anderer, notwendig mit ihm verbundener morphologischer und topographischer Eigenschaften, deren Konnexionen einen Formenkreis nicht nur sicherer bestimmen, sondern auch geringeren Schwankungen unterworfen sind als die älteren Merkmale, deren Sinnenfälligkeit oder ästhetischer Reiz über ihre Bedeutung täuschte. Den grob anatomischen Merkmalen gesellten sich zu Beginn dieses Jahrhunderts die von der mikroskopischen Anatomie und Histologie studierten Eigenschaften des Tierkörpers bei und enthüllten zunächst für die niederen Tiere wichtige diagnostische Merkmale. Bald konnte niemand mehr zweifeln, dass im idealen wissenschaftlichen Systeme, das Linné neben dem den praktischen Bedürfnissen der Bestimmung der Tiere dienenden Kataloge als ein weit entferntes Ziel angestrebt hatte, alle von den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen studierten Eigenschaften zu berücksichtigen seien, sodass der systematische Katalog über alle Eigentümlichkeiten des Tieres Auskunft giebt, und in seiner Einrichtung weniger auf die Bedürfnisse desjenigen Rücksicht nimmt, welcher den Wunsch hegt, die systematische Stellung und den Namen eines unbekannten Tieres rasch zu erfahren.

Eine andere Schwierigkeit für die Begrenzung der Gruppenbegriffe, gleichgültig, welchen Umfang sie besitzen, liegt in der Veränderlichkeit des Tierkörpers, dem Kindheit, Jugend und Alter besonderen Stempel aufprägen. Linné hat sie wohl eingesehen und deshalb nur die Formeigenschaften während der Geschlechtsreife bei der Auswahl der systematischen Merkmale berücksichtigt. Diese Methode war eine weise Beschränkung, als Linné sein grosses Werk rüstete, aber nachdem die Skizze des systematischen Kataloges über den Zustand der ersten tastenden Versuche hinausgediehen und der Umfang der systematischen Gruppen durch morphologisch-topographische Merkmale schärfer abgegrenzt war, hat sie Unzuträglichkeiten herbeigeführt, die ihre Aufhebung notwendig machten. Die im 19. Jahrhundert mit lebhaftem Eifer betriebenen Studien der niederen Tierwelt machten die Unterschiede der Artindividuen in den verschiedenen Phasen des Larvenlebens bekannt und wiesen im Verein mit den vielen falschen Versuchen, die systematische Stellung einer unvollständig erforschten Tierlarve zu finden, auf die Notwendigkeit hin, dass alle Stadien der Umbildung des individuellen Körpers im wissenschaftlichen Systeme zu verzeichnen und die Gruppendiagnosen in diesem Sinne zu erweitern sind. Da in den jüngsten Lebensstadien die ge-

meinsamen morphologischen und topographischen Eigenschaften einer umfassenden Gruppe am klarsten hervortreten, so bedeutet die jetzt übliche Berücksichtigung der gesamten Entwickelungsgeschichte bei der Aufstellung der systematischen Gruppen die bedeutendste Vervollkommnung, welche die moderne Zeit an dem Linneschen Kataloge ausgeführt hat. Jetzt bietet er wirklich eine vollständige Zusammenfassung aller Formeigenschaften der Tiere; statt der willkürlich ausgewählten Besonderheiten sind alle Formcharaktere berücksichtigt, nicht bloss von einer Lebensphase, sondern von allen Stadien der individuellen Umbildung. Die morphologische Charakteristik hat sich zur morphogenetischen Charakteristik erhoben!

Das Urteil über die älteren Aufrisse des wissenschaftlichen Gebäudes würde ungerecht sein, wenn wir uns nicht auch vergegenwärtigen, dass als eine notwendige Folge des wachsenden Schatzes von Kenntnissen nach Jahrzehnten immer wieder neue Systeme einander ablösen müssen. Als durch Linnés Arbeiten das Interesse für Naturgeschichte neu geweckt worden war, lag das Beobachtungsmaterial kärglich vor. Naturaliensammlungen mussten erst von Privaten angelegt, öffentliche Kabinete von den Behörden eingerichtet werden und Reisende in fernem Lande regen Sammelfleiss entfalten. Während Linnés Lebzeiten stieg die Zahl z. B. der gut beschriebenen Säugetiere von 124 auf 230 Arten, jetzt sind ungefähr 2300 lebende Arten bekannt. Als dann zu Ende des 18. Jahrhunderts Cuvier die Meinung älterer Forscher begründete, dass die fossilen Körper — Petrefakten nicht zufällige Spielereien unbekannter Naturkräfte, sondern Reste von ausgestorbenen Tierarten seien, die grössere oder geringere Ähnlichkeit mit den lebenden Arten besitzen, wurden auch diese paläontologischen Arten in den systematischen Katalog aufgenommen und derselbe bedeutend erweitert; z. B. wurden den Säugetieren etwa 800 fossile Arten zugefügt. Dadurch veränderte sich sowohl Umfang wie Zahl der systematischen Stufen, grössere Gruppen wurden in kleinere Verbände aufgelöst, weil sie früher ungleichartige Formen umschlossen, andere wurden vervollständigt, nachdem eine grössere Zahl von Arten, welche dem gleichen Geschlechte zuzuteilen sind, bekannt geworden war. Die Verbesserung des systematischen Kataloges schreitet unablässig fort, weil die Forscher auf den Sondergebieten wissenschaftlicher Arbeit neue Erweiterung der thatsächlichen Kenntnisse liefern. Dabei entbrennt manchmal der Streit, welche zoologische Disziplin für den Fortschritt am wichtigsten sei. Das ist jedoch keine bedeutungsvolle Frage; sie ruft nur den misslichen Versuch hervor, über den Rang einzelner Richtungen der wissenschaftlichen Arbeit und die Vorzüge bezw. Unzulänglichkeit der aus praktischen Gründen getroffenen Arbeitsteilung zu rechten. Abgesehen davon, dass sehr vielen Männern die eigene Arbeitsart am wichtigsten erscheint und eine gewisse Überschätzung ihrer Methode unterstützt, lassen sich im speziellen Falle wohl Erwägungen darüber anstellen, welche Fragen früher als andere bearbeitet werden sollen und welche Methode der Untersuchung sichere Pionier-

dienste leistet, aber der wissenschaftliche Gesamtfortschritt hängt neben den vorzüglichen Leistungen auf einem begrenzten Gebiete von der Fähigkeit des Forschers ab, die neu festgestellten Thatsachen in den Rahmen des bisher Bekannten richtig einzufügen und durch diese logische Verknüpfung Sätze allgemeinen Inhaltes abzuleiten. Die heute noch andauernde Verbesserung des Linnéschen Systemes wird um so reichlicheren Erfolg zeitigen, je mehr jeder sich bewusst ist, dass in der vorurteilslosen Erwägung aller Thatsachen die Grösse des wissenschaftlichen Forschers ruht!

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

SPEZIELLER TEIL.

Vertebrata.

I.

Der Bauplan des Wirbeltierkörpers.

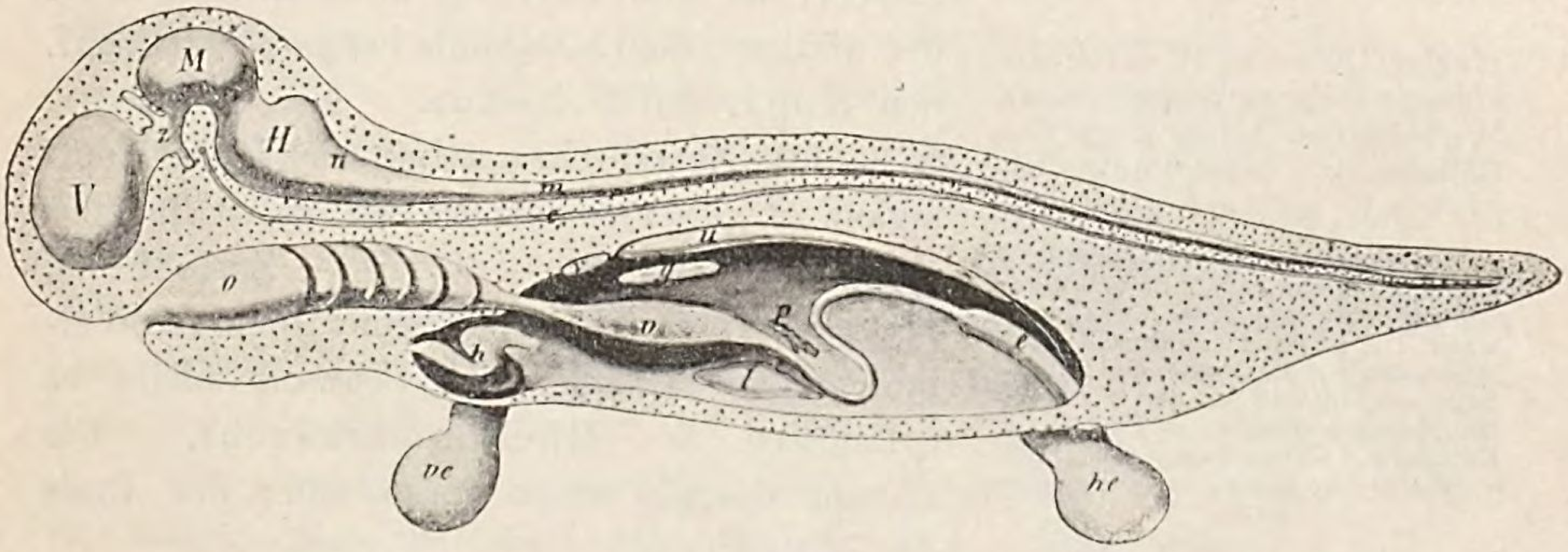


Fig. 1.

Idealer Längsschnitt durch ein Wirbeltier. Die solide Wand des Cölomsackes durch Punkte bezeichnet.

m Medullarrohr, *V* Vorderhirn-, *z* Zwischenhirn-, *M* Mittelhirn-, *H* Hinterhirnblase. Unter dem Nervenrohre liegt *c* Chorda dorsalis, *O* Mundhöhle, dahinter die 6 Schlundtaschen, *v* Magen, *l* Leber, *p* Pankreas, v Vorniere, *u* Urniere, *g* Keimfalte, *h* Herz, *ve* vordere, *he* hintere Extremität.

Drei lang gestreckte Organe ziehen durch die Medianebene des Wirbeltierkörpers in dorso-ventraler Richtung über einander: oben das dickwandige blind geschlossene Nervenrohr, darunter ein elastischer Strang — Rückensaite, Chorda dorsalis, ventral das Epithelrohr des Darmes. Die Länge der axialen Organe ist verschieden. Das Nervenrohr ist am Kopfende blasig erweitert und überragt dort den Chordastrang, während die Schwanzenden in eine vertikale Ebene fallen. Das Darmrohr erreicht weder das vordere noch das hintere Ende der beiden andern Organe. Ein dickwandiger bindegewebig-muskulöser Sack — Cölomsack bildet die Hauptmasse des Körpers. Die Stärke seiner Wand ist verschieden. Ventral und lateral verhältnismässig dünn springt die verdickte dorsale Wand lateral von Darmrohr, Chorda und Nervenrohr empor, so dass letztere gewisser-

massen in einer Rinne der dorsalen Cölomwand (Fig. 2, die medialen Punktreihen) ruhen. Da aber die medialen Flächen der symmetrischen Wandfalten verschmelzen, schieben sich Gewebsmassen quer zwischen die Längsorgane ein und trennen sie von einander. Nur Nervenrohr und Chorda stehen dicht aneinander, aber das Darmrohr liegt ventral tief unter ihnen. Die Höhlung des Cölomsackes — Leibeshöhle, Cölom erstreckt sich über einen verhältnismässig kurzen ventralen Bezirk, dass sowohl die vorderen Abschnitte des Nervenrohres, der Chorda und des Darmes als auch die hinteren Enden des Nervenrohres und der Chorda von soliden Massen der Cölomwand umhüllt werden. Die Oberhaut — Epidermis bedeckt den ganzen Körper, der drei Regionen unterscheiden lässt: den mittleren die Leibeshöhle bergenden Rumpf, den Kopf, den Schwanz.

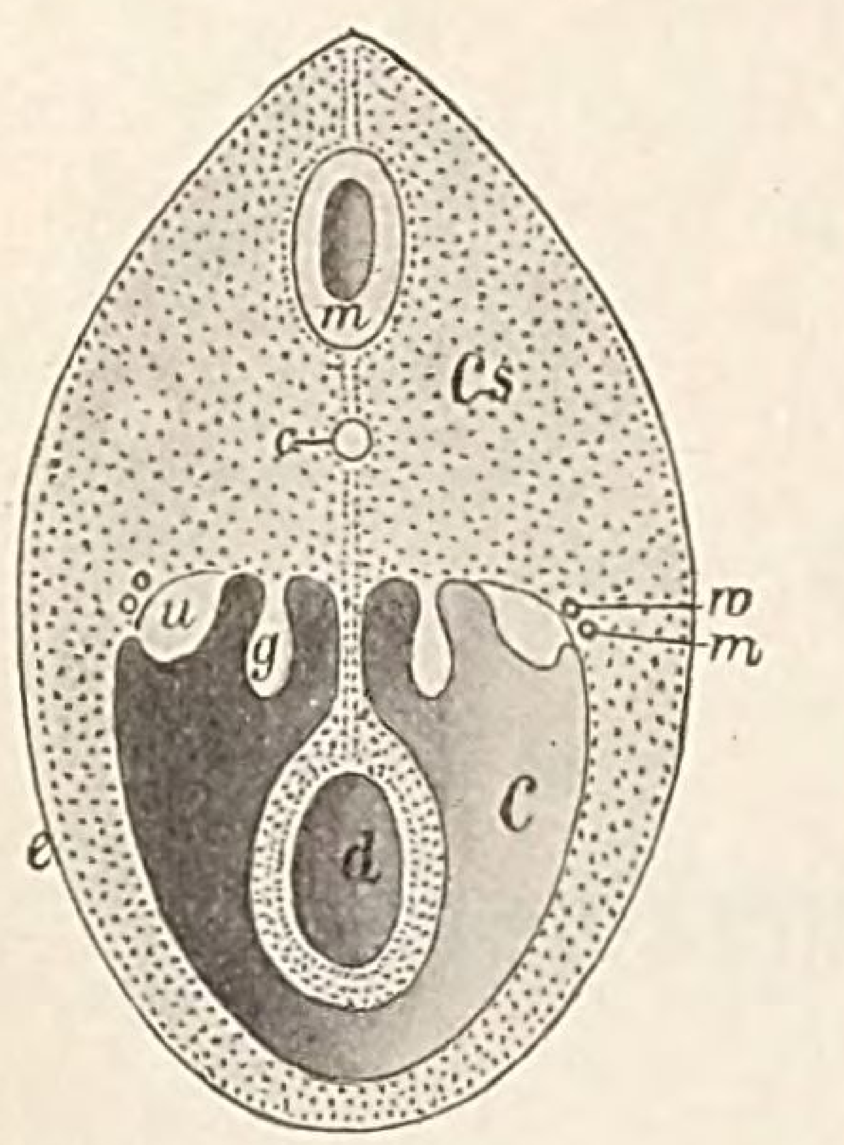


Fig. 2.

Idealer Querschnitt durch die vordere Rumpfregion eines Wirbeltieres. Solide Wand des Cölomsackes durch Punkte bezeichnet.

m Medullarrohr, *c* Chorda dorsalis, *d* Darmepithelrohr, umhüllt von einer ventral gebogenen Falte der Cölomwand. Die medianen Punktreihen der Figur deuten die Rinne der Cölomwand an, in welcher die 3 axialen Hauptorgane liegen. *u* Urniere, *g* Keimfalte, *C* Cölomhöhle, *e* Epidermis, *w* Wolffscher Gang, *m* Müllerscher Gang.

Das Nervenrohr erweitert sich in der Kopfregion zu vier ungleich grossen, gegen einander abgebogenen Blasen — Vorder-, Zwischen-, Mittel-, Hinterhirn; in seinem weiteren Verlaufe durch Rumpf und Schwanz bleibt es cylindrisch — Rückenmarksrohr. Die Chorda dorsalis endet vorne unter der Basis des Mittelhirnes.

Mediale Zonen der soliden Stücke des Cölomsackes, welche dem Nervenrohre und der Chorda anstehen, verdichten sich zu festerer Bindesubstanz — skeletogene Schichte und bilden ein beide Stränge einschliessendes knorpeliges oder knöchernes Achsenskelet — Schädelkapsel, Cranium der Kopfregion, Wirbelsäule im Rumpfe und Schwanze. Die lateralen Zonen bilden quergestreifte Muskelmassen und periphere bindegewebige Lagen unter der Epidermis. Die skeletogene Schichte der Rumpf- und Schwanzregion zerfällt in segmentale Stücke — Wirbel, untere und obere Bogen, die durch Bänder oder Gelenke verbunden die gegliederte Wirbelsäule, eine feste Stütze des weichen Körpers zusammensetzen. Diese gestattet durch ihre Gliederung die Beweglichkeit und das ausserordentliche Grössenwachstum der Wirbeltiere. An der ventralen Seite der Rumpfwirbelsäule entstehen beweglich eingelenkte segmentale Spangenpaare — Rippen als Stützen der dünnen seitlichen Rumpfwand (Fig. 5).

Die skeletogene Schichte der Kopfregion umhüllt die fünf Hirnblasen als eine einheitliche Schädelkapsel. Ihr werden wichtige Sinnesorgane angelagert: die Nasensäcke und Augenblasen in äussere Gruben des

Vorderendes, das Labyrinthorgan ihrer hinteren Innenfläche. Vertikal bewegliche Kieferbogen begrenzen den Rand der ventral anliegenden Mundhöhle. Dahinter folgen mehrere Paare von Schlundbogen (Fig. 3).

An der vorderen und hinteren Grenze des Rumpfes springen die vorderen und hinteren Gliedmassen — Extremitäten vor, kurze schaufelförmige Platten, deren inneres Knorpelskelet an dem knorpeligen der Rumpfwand eingebetteten Brust- und Becken-Gürtel eingelenkt wird (Fig. 12, 13).

Das Darmepithelrohr ist einer in die Leibeshöhle einspringenden Falte der dorsalen Cölomwand eingelagert und mit den Gewebsmassen dieser Falte so fest verbunden, dass beide als ein einheitliches Organ — Darmschlauch erscheinen, der an einem schmalen Bande — Mesenterium in der Leibeshöhle hängt. Der Darm entfaltet sich hauptsächlich in der Rumpfregion und reicht niemals in den Schwanz. Im Kopfe verschmilzt er mit einer Tasche der Epidermis — Mundhöhle, die seine Eingangspforte bildet. Der Darmschlauch zerfällt in drei Abschnitte: Vorder-, Mittel-, Enddarm. Der Vorderdarm der Kopfregion buchtet dicht hinter der Mundhöhle sechs Paare lateraler den Schlundbogen angelagerter Schlundtaschen aus. Hinter denselben entstehen sagittal gestellte Säcke, entweder dorsal die unpaare Schwimmblase oder ventral die paarigen Lungen. Der Vorderdarm dringt dann in die Leibeshöhle und erweitert sich sogleich zum Magen. Der lange Mitteldarm besitzt gleichfalls Anhänge in Gestalt von dünnen verzweigten Schläuchen: die Leber — Hepar und die Bauchspeicheldrüse — Pankreas; der (kurze höchstens eine ventrale Blase — Allantois ausstülpende) Enddarm öffnet sich am Beginne der Schwanzregion in eine seichte Grube der Epidermis — Aftergrube.

Ein allseitig geschlossenes System von Blutgefässen durchflicht die Wand des Cölomsackes. Das Netz der meist sehr engen dünnwandigen Kanäle — Kapillaren wird an manchen Stellen zu grösseren dickwandigen Gefässen — Arterien, Venen erweitert. Ein Centralpumpwerk — Herz setzt den Inhalt des Gefässsystemes — Blut, eine Flüssigkeit, die sphärische durch Hämoglobin rotgefärbte und weisse amöboide Zellen enthält, in Bewegung — Blutkreislauf. Das Herz, ein muskulöser S-förmig gekrümmter, durch Klappen verschliessbarer Schlauch befindet sich im vordersten Bezirke der Leibeshöhle dicht hinter den Schlundtaschen (Fig. 3); es zerfällt in den dorsalen Vorhof — Atrium und die ventrale Kammer — Ventrikel. Einem unpaaren Stamme, den die Herzkammer kranial sendet, entsprossen sechs symmetrische Bogenäste, welche zwischen den Schlundtaschen aufsteigen und unterhalb des Achsenskeletes zu symmetrischen Längsstämmen — Aorta zusammenfliessen. Die Seitenzweige der letzteren führen in das Kapillarnetz des Körpers. Aus demselben leiten je zwei symmetrische Gefässstämme — Venae cardinales, ein Paar der Kopfgegend und ein Paar für Schwanz und Rumpf das Blut zum hinteren Ende des Herzens, dem Vorhofe zurück.

Als Atemorgane dienen Teile des Vorderdarmes, entweder die Schlundtaschen oder die Schwimmblase oder die Lungen.

In verdickten lateralen Streifen der dorsalen Cölomwand — der kleinen Vorniere und der langen Urniere liegen viele geschlängelte Kanälchen — Harnkanälchen. Medial von den Urnierenstreifen ragen paarige Falten — Keimfalten, die Bildungsstätten der Keime der Nachkommenschaft in die Leibeshöhle. Lateral von der Urniere streichen je zwei Kanäle — Wolff'scher und Müller'scher Gang. Sie münden in den Enddarm und leiten die Produkte der Urnieren und Keimfalten nach aussen.

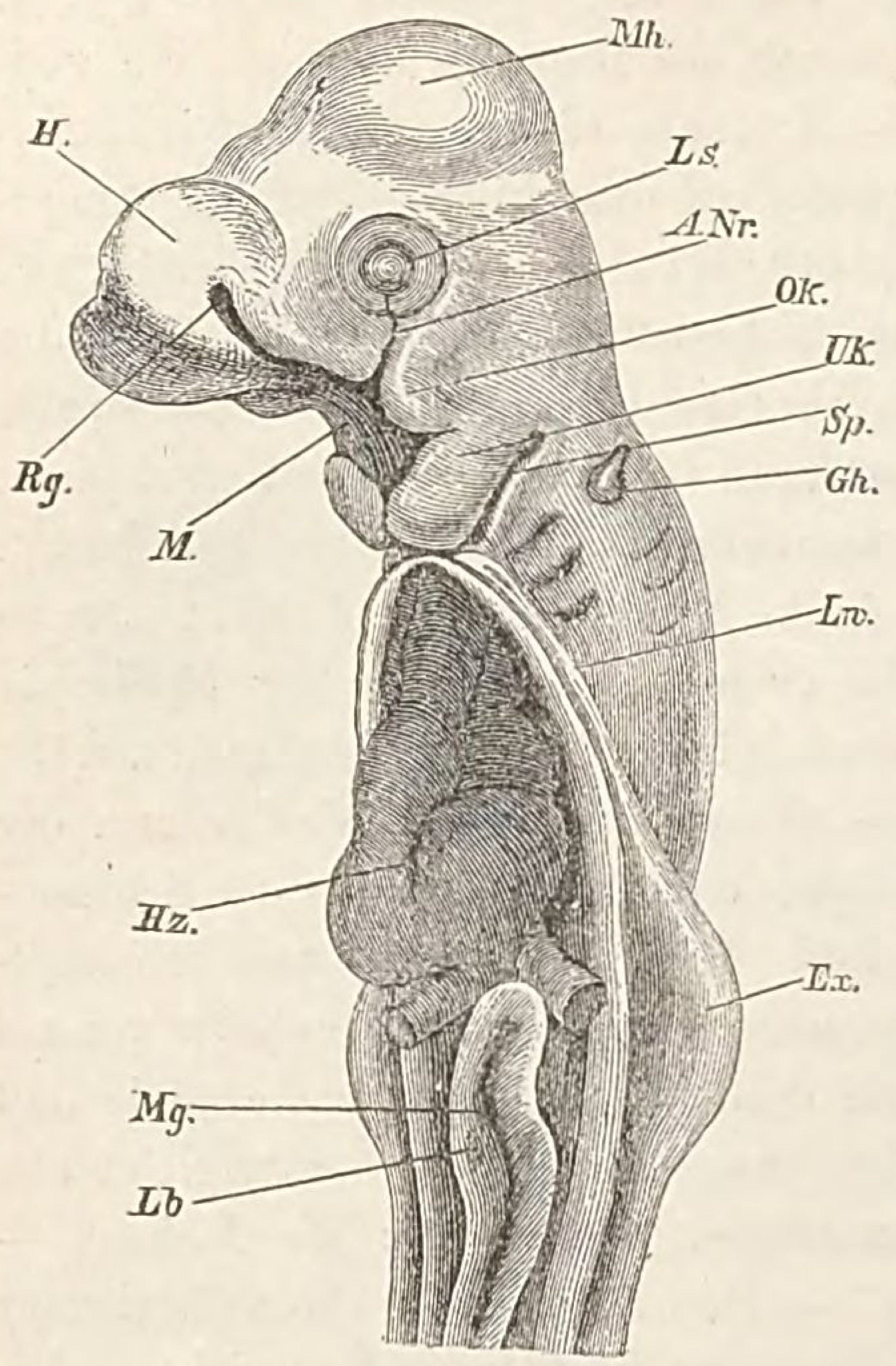


Fig. 3.

Kopfende eines vier Tage alten Hühnerembryos nach His.

H Vorderhirn-, *Mh* Mittelhirnblasen sind von aussen zu erkennen, weil das Cranium noch nicht gebildet ist, *M* Eingang in die Mundgrube, seitlich begrenzt vom oberen *Ok* und unteren *Uk* Mundrande, *Rg* Nasengrube, *Ls* Auge, *Gh* Labyrinthorgan. Vier Hautrinnen, deren erste durch *Sp* bezeichnet ist, geben die Lage der Schlundtaschen an, *Ex* vordere Extremität. Im vordersten Abschnitte der offenen Leibeshöhle liegt der Herzschlauch *Hz*. *Mg* Magengegend, *Lb* Leberanlage des nicht geschlossenenoDarmrohres.

Die Hirnblasen und das Rückenmark senden in regelmässigen Abständen segmentale Strangpaare — Nerven in die Wand des Cölomsackes, wo sie sich reich verästeln und alle Bezirke des Körpers mit dem Centralnervensystem verbinden.

Die eben geschilderten morphologischen Eigenschaften sind allen Wirbeltieren (mit sehr wenigen Ausnahmen) gemeinsam, sie erscheinen stets sehr frühzeitig im individuellen Leben, aber bestehen während eines verschieden langen Abschnittes der Lebensdauer und werden früher oder später durch neue Modifikationen undeutlich oder verdrängt. Während die Fische fast alle Charaktere am treuesten bewahren, treten bei Amphibien viele Züge nur während des Larvenlebens auf und bei den höheren Wirbeltieren: Reptilien, Vögeln, Säugetieren verlieren viele Organe überhaupt den ursprünglichen funktionellen Wert und werden bereits während des Eilebens rückgebildet.

Die so entstehenden Modifikationen der gemeinsamen stilistischen Grundform sind ausgezeichnete diagnostische Merkmale. Die Organe des Wirbeltierkörpers können nach folgenden Richtungen umgebildet werden.

1. Um die Chorda dorsalis, die meist verkümmert, entstehen die Stücke der beweglichen Wirbelsäule.

2. Der Rumpf gliedert sich in mehrere Regionen: Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuzbeingegend.

3. Die Schwanzregion wird als Hilfsorgan der Bewegung verwendet.

4. Die Schädelkapsel wird in einen festen mannigfach geformten Knochenschädel umgewandelt.

5. Der Schultergürtel wird auf das in der vordern ventralen Rumpfregion entstehende Brustbein gestützt, der Beckengürtel an Wirbeln des Achsenskeletes befestigt.

6. Die Extremitäten wachsen in die Länge und werden in winklig geknickte und gelenkig verbundene, wie Hebel wirkende Regionen gegliedert.

7. Die Hirnblasen entfalten sich ungleichmässig.

8. In der Mundhöhle entstehen Hartgebilde, die Zähne zum Fangen und Kauen; ferner die muskulöse Zunge.

9. Die Schlundtaschen dienen als Atemorgane oder verkümmern samt den Schlundbogen.

10. Der Darm wird sehr lang, vielfach gewunden und feiner gegliedert; am Enddarme knospt die Allantoisblase.

11. Die Lungensäcke werden reich gekammert und ein vollständiges Luftkanalsystem in sie eingeschoben.

12. Die Nasengruben brechen in die Mundhöhle. Die Pforte der Atemwege in der Darmwand wird gestützt und geschützt.

13. Im Netz der Blutkanäle differenzieren sich Arterien, Venen und Kapillaren.

14. Der Hohlraum des Herzens wird geteilt in paarige Vorhöfe und Kammern.

15. Die Schlundgefässe werden bedeutend umgebildet.

16. Die Vorniere schwindet.

17. Die Urniere gewinnt intime Beziehungen zu den Keimfalten.

18. Die Urniere verliert ihre harnbereitende Funktion; es entsteht eine neue Beckenniere.

19. Die ausleitenden Geschlechtswege komplizieren sich.

20. Die Leibeshöhle zerfällt in zwei Räume: Brust- und Bauchhöhle.

21. Die Epidermis verbindet sich mit dem unterliegenden Bindegewebe zur Haut und differenziert mannigfache Anhänge: Schuppen, Federn, Haare, Drüsen.

22. Am Auge entstehen Lider und Drüsen.

23. Das Labyrinthorgan entwickelt einen Apparat der Klanganalyse.

Auf Grund dieser Umbildungen[1]) unterscheidet man fünf Hauptgruppen der Wirbeltiere:

[1]) Eingehende Schilderung der speziellen Verhältnisse samt Litteraturnachweis findet man in C. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig, Engelmann, 1874. — R. Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Jena, G. Fischer, 1886. — Für die ersten praktischen Arbeiten: C. Vogt und E. Yung, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. II. Bd. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1889—1894.

A. Kiemenatmende Wirbeltiere.

1. Fische, Pisces. Kopf unbeweglich. Rumpf wenig gegliedert. Schwanzregion mächtig entfaltet. Schulter- und Beckengürtel nicht an der Wirbelsäule befestigt. Extremitäten einfache Ruderplatten — Flossen. Schlundtaschen und Schlundbogen gross. Atmen den Sauerstoff des die Schlundtaschen durchströmenden Wassers. Kalkschuppen der Haut.

B. Lungenatmende Wirbeltiere.

Kopf beweglich. Rumpf gegliedert. Schulter- und Beckengürtel an der Wirbelsäule befestigt. Gegliederte Hebelextremitäten. Schlundtaschen von geringer Bedeutung. Nasengruben brechen in die Mundhöhle durch. Atmen Luft in den Lungen.

2. Lurche, Amphibia. Alle atmen anfangs den Sauerstoff des die Schlundtaschen durchströmenden Wassers mit äusseren Hautkiemen. Bei den meisten schrumpfen dieselben ein und die Lungen werden Atemorgane.

Die drei folgenden Gruppen der Wirbeltiere werden als Amniota zusammengefasst, weil sie folgende gemeinsame Eigenschaften besitzen:

Amniota. Rumpf stark gegliedert. Schädelkapsel verknöchert. Schlundtaschen samt Schlundbogen frühzeitig reduziert. Schlundgefässe umgebildet. Herz in zwei Hälften geteilt. Urniere verliert ihre harnbereitende Rolle. Beckenniere tritt an ihre Stelle. Die Allantois wächst während der Embryonalzeit aus dem Körper heraus. Das Amnion entsteht als embryonales Hilfsorgan.

3. Kriechtiere, Reptilia. Herz unvollständig geschieden. Die Epidermis bildet dicke Hornschichten. Legen Eier.

4. Vögel, Aves. Vordere Extremitäten dienen als Flügel. Schnabel am Kopfe. Herz vollkommen geteilt. Die Lungen treiben Luftsäcke in den Körper. Haut mit Federn. Brüten Eier.

5. Säugetiere, Mammalia. Herz vollkommen geteilt. Lungen liegen in der Brusthöhle, welche durch das muskulöse Zwerchfell vollkommen von der Bauchhöhle geschieden ist. Gehirn gross. Haut mit Haaren. Kauen mit den Zähnen. Gebären lebendige Junge und säugen sie mit dem Sekret der Milchdrüsen.

II.

Die Stütz- und Bewegungsorgane.

Das Achsenskelet liegt unter dem Nervenrohre als ein gleich dicker, von der Schädelmitte bis zur Schwanzspitze reichender Strang — Chorda dorsalis, umgeben von einer homogenen oder faserigen Chordascheide. Die Festigkeit des axialen Stützorganes wird erhöht, indem verknorpelndes oder verknöcherndes Bindegewebe — skeletogene Schichten der Cölomwand sich der Chorda anlagert, nicht als solide Hülse, sondern gegliedert in metamere Stücke. Nur am Vorderende der Chorda bleibt die skeletogene Schicht ungegliedert und umspannt als Schädelkapsel die Hirnblasen. In Rumpf und Schwanz aber entstehen in metamerer Ordnung:

1. dorsal der Chorda symmetrische Spangen — obere Bogen, Neurapophysen,
2. ventral der Chorda symmetrische Spangen — untere Bogen, Parapophysen,
3. rings um die Chorda eine cylindrische Hülse — Wirbelkörper.

Die Säule der hintereinander gereihten Wirbelkörper schnürt die ursprünglich gleichmässig dicke Chorda ein, dass sie in der Mitte jedes Wirbelkörpers — vertebral dünn, an der Grenze je zweier Wirbelkörper — intervertebral dick erscheint, oder umgekehrt. Die dorsalen Spangen verschmelzen median zu oberen das Rückenmark umspannenden Bogen, seltener die ventralen Stücke (nur in der Schwanzgegend). Dorsale und ventrale Stücke aber verwachsen später mit dem Körper zu einfachen Wirbeln (Fig. 4).

Straffe Bänder zwischen den Körpern und oberen Bogen, oft auch Gelenkfortsätze der obern Bogen vereinen die Reihe der Wirbel zu einer biegsamen elastischen, in verschiedenem Grade beweglichen Wirbelsäule. Muskeln ziehen von Wirbel zu Wirbel oder überspannen den Bezirk einer grösseren Wirbelzahl, dem Bedürfnisse mannigfaltiger Bewegung der Körperregionen entsprechend.

In der Rumpfregion gliedern die Parapophysen ventrale meist gelenkig verbundene Stücke — Rippen ab, welche als gekrümmte Reifen in der

lateralen Rumpfwand auswachsen und ebenfalls von zahlreichen Muskelbündeln der letzteren bewegt werden. Dadurch gestattet die Rumpfwand mannigfache Volumschwankungen der Leibeshöhle, welche durch die Füllung des Darmkanales und die Massenentfaltung anderer Organe des Cöloms notwendig werden. In der Schwanzregion bleiben die Rippen unbedeutend oder fehlen; mächtige Entfaltung der Muskulatur stempelt den Schwanz oft zu einem ausgiebig wirksamen Organe der Ortsbewegung, besonders der Richtungsänderung.

Auch in den Extremitätenplatten differenziert skeletogenes Gewebe zahlreiche Stützgebilde — Extremitätenskelet, das in der Rumpfwand ein festes Widerlager in Gestalt von knorpeligen Spangen — Brust- (oder Schulter-) und Beckengürtel findet.

Das Skelet bleibt nur bei einer geringen Zahl von Arten während des ganzen Lebens häutig oder knorpelig. Zumeist wird es später in Knochengewebe umgewandelt, indem entweder die knorpeligen Anlagen verknöchern oder das skeletogene Bindegewebe direkt Knochensubstanz bildet. Die Elemente des Skeletes stossen mit glatten, geraden oder gewölbten Flächen an einander und werden durch Bandmassen mehr oder weniger beweglich verbunden. In anderen Fällen vermitteln rauhe Grenzflächen die starre Verbindung seiner Teile.

Fische.

Das Achsenskelet der Fische ist im allgemeinen wenig beweglich, nur der Schwanzregion gestattet eine kräftige Muskulatur seitliche Abbiegungen, die neben der Richtungsänderung das Tier in seinem flüssigen Elemente vorwärts treiben. Manchmal (z. B. Stör) sitzen der dicken von starker Scheide umhüllten Chorda nur knorpelige obere und untere Bogen auf. Knorpelstücke — Intercalaria, den Zwischenräumen der oberen Bogen eingeschaltet hemmen jegliche Bewegung derselben.

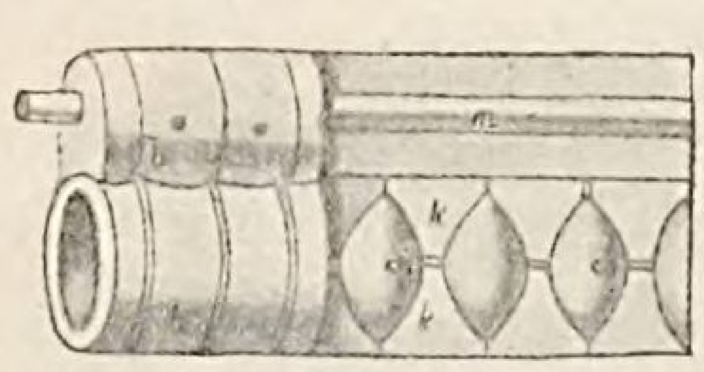


Fig. 4.

Ideales Bild der einfachen Wirbelsäule, links von der Seite, rechts im Längsschnitte gesehen.

m Medullarrohr, *ch* die dicken intervertebralen Bezirke der Chorda dorsalis, *k* amphicöle Wirbelkörper, *b* obere Bogen.

Bei den meisten Fischen jedoch entstehen knorpelige Wirbelkörper als Hülsen der Chorda. Da sie nicht regulär cylindrisch, sondern an der vorderen und hinteren Fläche grubig ausgehöhlt sind, berühren sie sich nur mit kreisförmigem Rande und schnüren das vertebrale Stück der Chorda ein, während ihr intervertebraler Abschnitt dick bleibt: Bikonkave, amphicöle Wirbel (Fig. 4).

Die knorpeligen Körper samt den oberen und unteren Bogen der Haifische verwachsen später zu einheitlichen Wirbeln. Straffes Bindegewebe verkettet sie zur festen Wirbelsäule. Intercalaria zwischen den oberen Bogen erhöhen die straffe Natur derselben. Das Vorderende der Rumpfwirbelsäule ist immer starr mit dem Schädel verbunden. Die Rippen bleiben unbedeutend.

Die frühzeitig verschmelzenden Wirbelteile der Knochenfische hingegen verknöchern; oft bleiben im Körper kreuzförmige Knorpelreste bestehen. Die oberen Bogen sind nicht durch Schaltstücke, sondern durch Bänder verkettet. Die hinter dem Schädel liegenden Wirbel besitzen Bogen ebenso breit wie die Wirbelkörper und oft durch nasenartige Fortsätze verzinkt, dass jede Bewegung des Kopfes gegen den Rumpf unmöglich ist.

Die oberen Bogen, welche sich meist schmäler als die Körper entwickeln, werden bei sehr vielen Fischen in lange Spitzen — Dornfortsätze, Processus spinosi ausgezogen und wichtige Elemente, die Körpergrösse der Arten zu steigern. Hochkantige Gestalten besitzen lange Dornfortsätze, schlangenförmige Fische, z. B. Aale ganz unscheinbare Dornen.

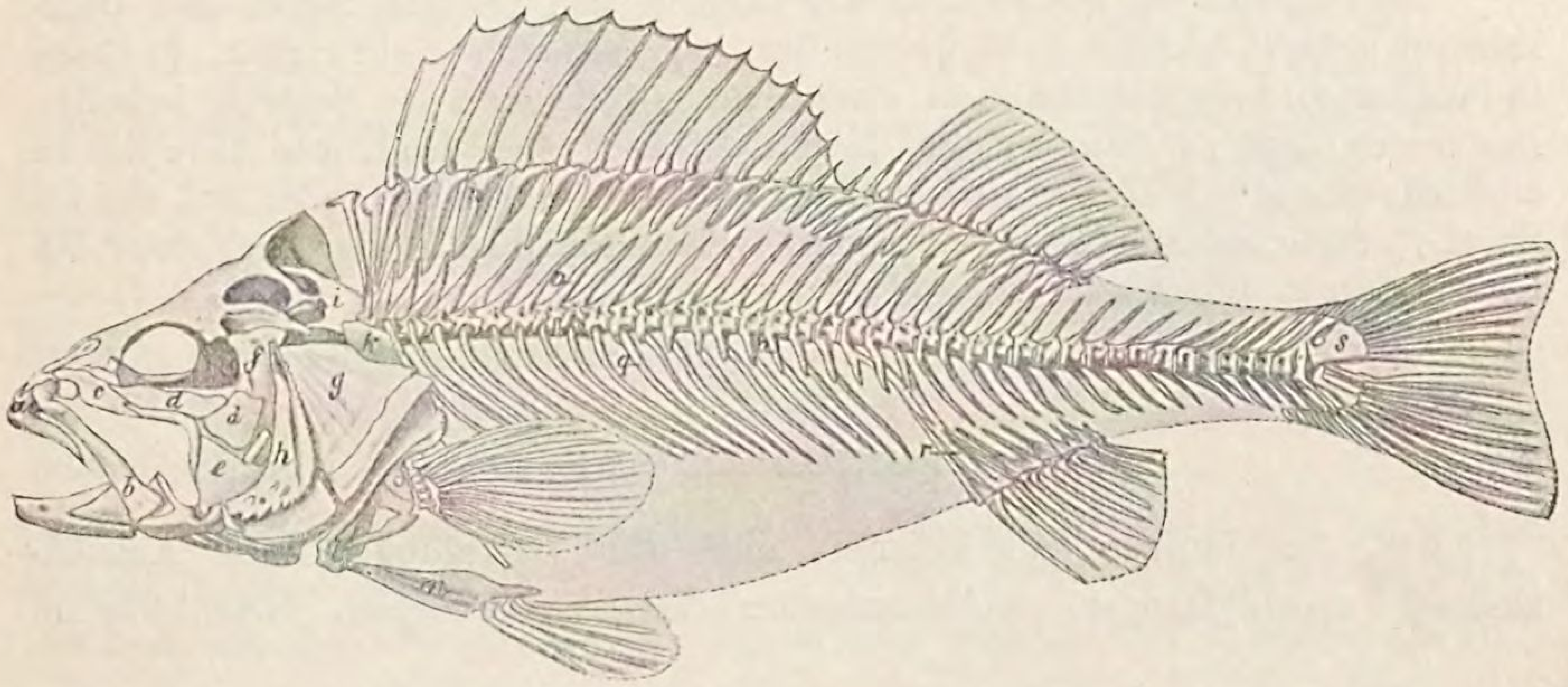


Fig. 5.

Seitenansicht des Skeletes eines Flussbarsches. Nach Cuvier.

a Prämaxilla, *b* Maxilla, *c* Palatinum, *d* Pterygoid, *e* Quadratum, *f* Hyomandibulare, *g* Operculum, *h* Präoperculum, *i* Suprascapulare, *k*, *l* Deckknochen des Schulterbogens, *m* Beckengürtel der Bauchflosse, *n* Strahlenträger der Rückenflosse, *o* obere Dornfortsätze, *p* Parapophysen, *q* Rippen, *r* Strahlenträger der Afterflosse, *s* Schwanzplatte.

Die Parapophysen sehr vieler Fische gliedern lange verknöchernde Rippen ab als Stützen der Rumpfwand. Dieselben enden frei zwischen den Bauchmuskeln. Gegen das Hinterende des Rumpfes werden die Rippen kürzer und in der Schwanzregion verschmelzen die Parapophysenpaare median zu unteren Bogengabeln, die ebenfalls in ventrale Dornfortsätze auslaufen können. Das kaudale Ende der Wirbelsäule zieht entweder geradeaus oder ist dorsal aufgebogen.

Hautsäume der medialen Kanten des Fischkörpers: die unpaaren Flossen, nach ihrer Lage als Rücken-, Schwanz- und Afterflosse unterschieden, welche die Gleichgewichtslage balancieren und steuern, werden durch knorpelige bezw. knöcherne Flossenstrahlen gestützt. Diese Strahlen sind oft der Wirbelsäule innig verbunden durch Strahlenträger, kleinen Platten, die unterhalb der Strahlen liegen und in den die langen

Dornfortsätze verknüpfenden Bandmassen fussen. So ist die Rückenflosse an die oberen, die Afterflosse an die unteren Bogen geheftet. Die Strahlen der Schwanzflosse reichen gegen das Hinterende der Wirbelsäule entweder gleichartig auf den oberen und unteren Bogen des letzten oder der letzten Wirbel konvergierend — homocerke Schwanzflosse oder hauptsächlich an der Ventralfläche eines grösseren aufgebogenen Abschnittes des Schwanzendes befestigt — heterocerke Schwanzflosse.

Die Stützstücke der ruderförmigen Extremitäten — Brust- und Bauchflossen sind als paarige Knorpelplatten der ventralen Rumpfwand eingebettet ohne Beziehung zur Wirbelsäule: der Brustgürtel an der vorderen Grenze, der Beckengürtel vor dem After an der hinteren Grenze des Rumpfes; die paarigen Platten jedes Gürtels bleiben getrennt oder verwachsen.

Dem knorpeligen Beckengürtel der Ganoidei und Teleostei lagern sich Deckknochen auf und drängen die knorpelige Grundlage mehr und mehr zurück. In diesen Ordnungen wird der Brustbogen an einer hinteren Seitenecke des Schädels befestigt. Der Beckengürtel der Knochenfische zeigt recht wechselnde Lage, man kann ihn an allen Punkten der Bauchseite zwischen Kopf und After verschoben finden und deshalb Bauch-, Brust- und Kehlflosser: Abdominales, Thoracici (Fig. 5), Jugulares unter den Knochenfischen unterscheiden.

Lungenatmer.

Bei den übrigen Wirbeltieren sind die Bewegungen des Achsenskeletes mannigfaltiger, weil zwischen den Wirbelkörpern Gelenkflächen

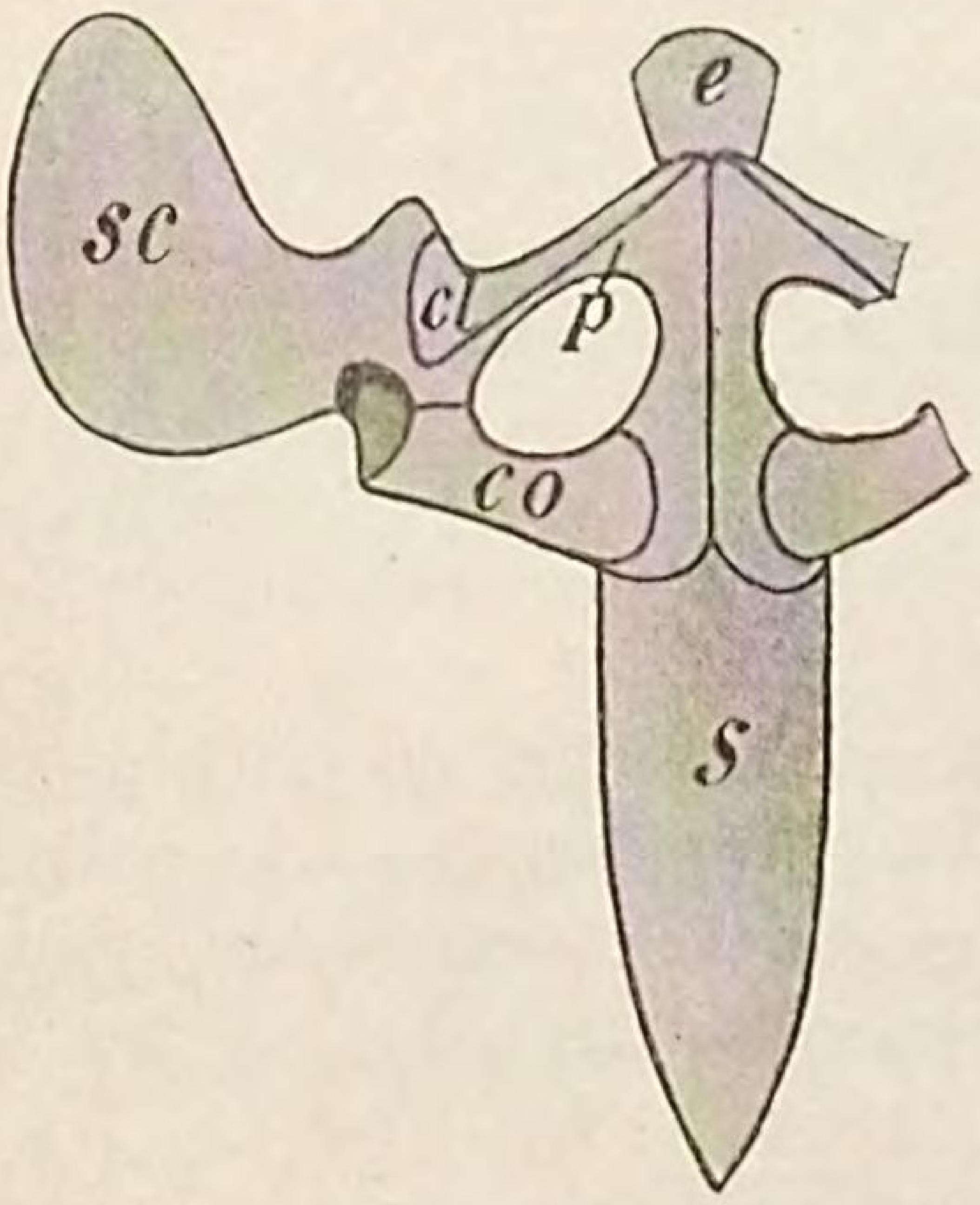


Fig. 6
Ventralansicht des Schultergürtels nach Gegenbaur. Erklärung im Text.

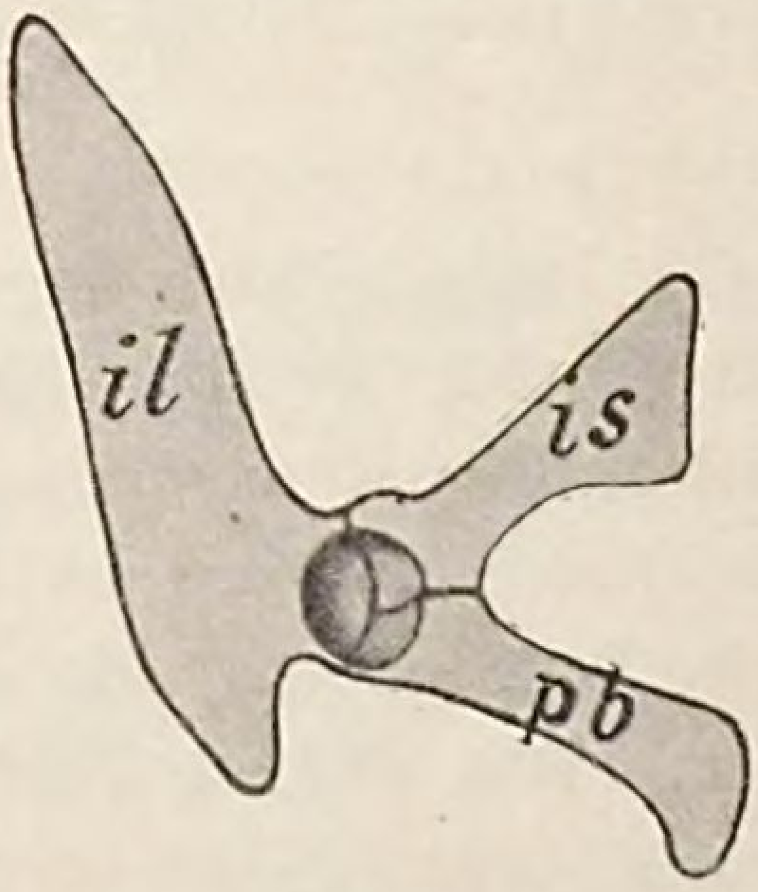


Fig. 7.
Die Stücke der rechten Hälfte des Beckengürtels in die Ebene projiciert. Erklärung im Text.

entstehen und die Wirbelmuskulatur feiner gegliedert wird. Die starre Verbindung des Schädels mit den ersten Wirbeln weicht einer freieren Beweg-

lichkeit. Die Rippen werden verschieden stark entfaltet und lassen dadurch mehr Regionen der Rumpfwirbelsäule unterscheiden. In der ventralen Mittellinie der vorderen ventralen Rumpfwand entsteht ein langer Knorpelstreif — Brustbein, Sternum (*s*) und vor ihm das Episternum (*e*). Die Extremitäten werden in winklig geknickte Regionen gegliedert und die paarigen Platten des Schulter- und Beckengürtels zerfallen durch Verknöcherung in mehrere, kleinere Stücke. Am Schultergürtel umstehen die Gelenkpfanne der vorderen Extremität je eine dorsale Platte — Schulterblatt, Scapula (*sc*) und zwei ventrale Stäbe: das kranial gestellte Procoracoid (*p*), dem sich ein Deckknochen — Schlüsselbein, Clavicula (*cl*) auflegt, und das kaudale Rabenbein — Coracoideum (*co*). Den Beckengürtel bilden je drei Stücke: dorsal das Darmbein — Os ilei (*il*), ventral das kranial gestellte Schambein — Os pubis (*pb*) und das kaudale Sitzbein — Os ischii (*is*), die beiden ventralen Stäbe des Schultergürtels werden auf das Brustbein gestützt: das Coracoid auf das Brustbein selbst, das Schlüsselbein auf das Episternum, während das dorsale Stück des Beckengürtels Os ilei an den Querfortsätzen eines oder zweier hinterster Rumpfwirbel — Sakralwirbel unbeweglich haftet. Die medialen Flächen der Sitz- oder Schambeine stossen meist direkt zusammen.

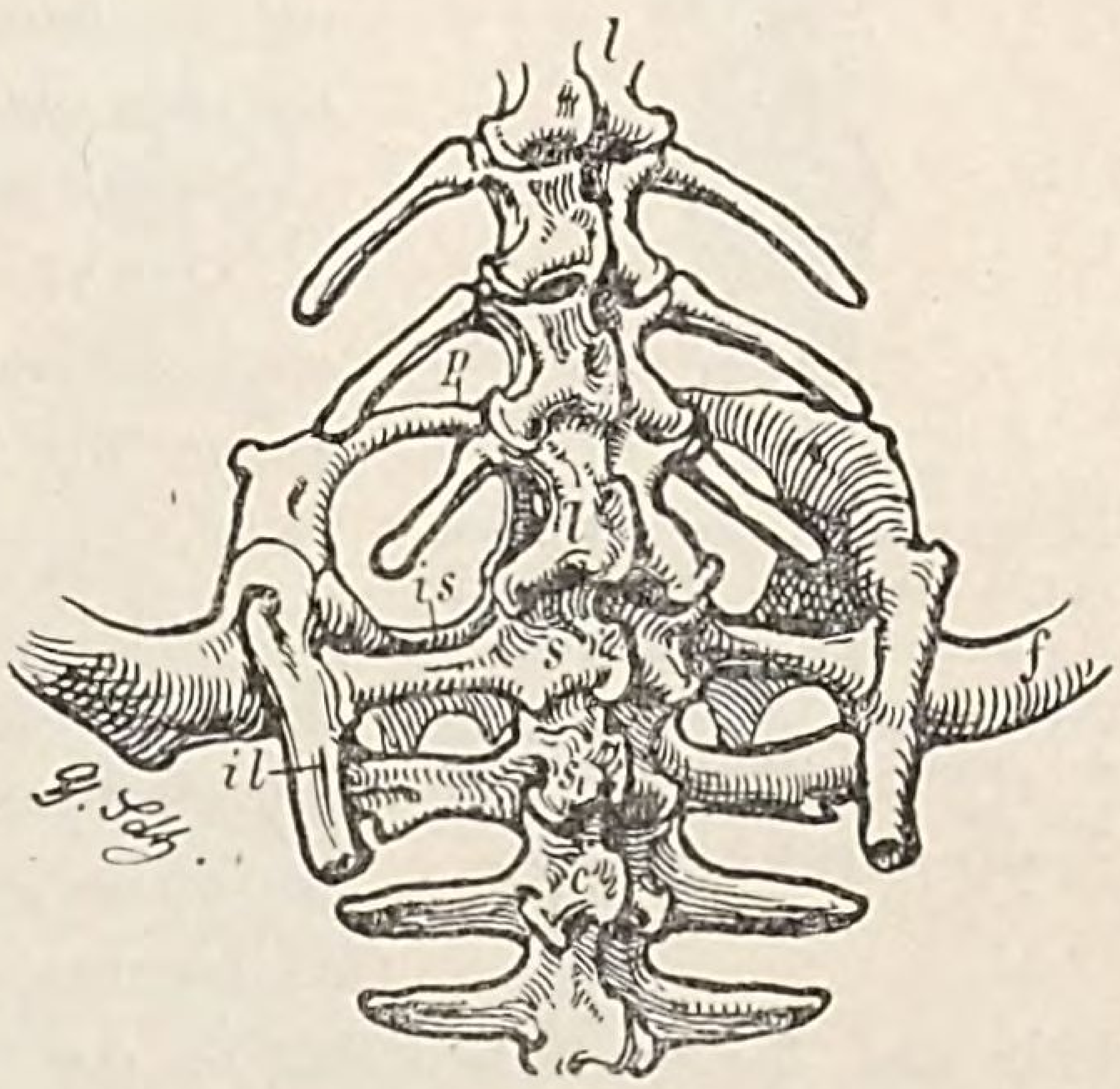


Fig. 8.

Dorsalansicht der Sakralregion der Wirbelsäule von Uromastix spinipes. Natürl. Grösse.

l Lendenwirbel. *s* u. s_1 Sakralwirbel. *c* Schwanzwirbel. *p* Schambein, *is* Sitzbein, *il* Darmbein des Beckengürtels. *f* Oberschenkel.

Amphibien.

Obgleich manche Arten mit bikonkaven Wirbeln die Chorda umscheiden, dringt bei den meisten Knorpelgewebe gegen die intervertebrale Region der Chorda vor und bildet an den transversalen Grenzflächen der Wirbel Gruben und in dieselben eingreifende Fortsätze — Gelenke. Dadurch wird die Berührungsfläche der einander folgenden Wirbel grösser und ihre Verbindung sicherer, gleichzeitig auch das Mass der Verschiebbarkeit erhöht. Die Gelenkhöhlen liegen

a) an der kaudalen Fläche opisthocöle Wirbel,

b) „ „ kranialen „ procöle „

die Gelenkköpfe an der entgegengesetzten Fläche des Wirbels. Auch Schädelkapsel und erster Wirbel treten in Gelenkverbindung durch paarige Ge-

lenke. Die recht niedrigen oberen Bogen sind fest mit den Wirbelkörpern verwachsen und gewinnen ebenfalls gelenkige Verbindung, indem glatte Stellen am Hinterrande eines oberen Bogens entsprechende Stellen am Vorderrande des folgenden oberen Bogens decken. Die Gelenknasen des Vorderrandes stehen also in tieferem Niveau als die des Hinterrandes jedes Bogens; die glatten Flächen der vorderen Gelenknasen schauen dorsal, die der hinteren ventral (vergl. Fig. 11).

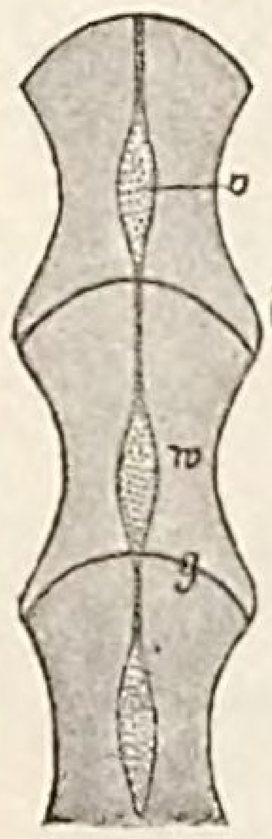


Fig. 9.

Längsschnitt der Wirbelsäule von Coluber natrix nach Gegenbaur.

v vertebraler dicker Abschnitt der Chorda, *iv* intervertebrale Region der Wirbelsäule als opisthocöles Gelenk differenziert.

Die schräg rückwärts gerichteten Parapophysen — Querfortsätze, Processus transversi verwachsen mit dem Wirbelkörper und dem oberen Bogen durch je eine Wurzel. Die kurzen fast geraden Rippen, welche selten aus der dorsalen Muskulatur ventral vortreten, sind an beiden Wurzeln der Querfortsätze befestigt. Der Beckengürtel an der Schwanzgrenze wird mit den starken Querfortsätzen eines Wirbels — Sakralwirbel innig verbunden. Das Sternum bleibt unbedeutend, deshalb sind die ventralen Hälften des Schultergürtels über einander geschoben oder durch Knorpel vereint. Die Verknöcherung breitet sich von der Gelenkpfanne verschieden weit aus, nie beherrscht sie die ganze Platte. Clavicula und Episternum fehlen manchen Arten. Den Beckengürtel bilden paarige unvollständig verknöchernde Knorpelplatten, deren Scham- und Sitzbeinregion nicht getrennt ist.

Amniota.

Der intervertebrale Knorpel der Wirbelkörper wird je als vordere Gelenkpfanne und hinterer Kopf — oder nur als faserige Zwischenscheibe differenziert. Die stark eingezwängte Chorda schwindet, höchstens dauern unbedeutende intervertebrale Reste. Alle knorpeligen Teile verknöchern; Bogen, Querfortsätze und Körper verschmelzen. Stets sind die oberen Bogen einander dicht angeschlossen, indem Gelenkfortsätze des hinteren Bogenrandes tiefer liegende Lappen des vorderen Bogenrandes eines folgenden Wirbels überdecken und seitliche Verschiebung der Wirbel beschränken. Der erste Wirbel — Atlas trägt das vordere Gelenk für den Schädel und kann gegen den zweiten Wirbel — Epistropheus gedreht werden, um dem

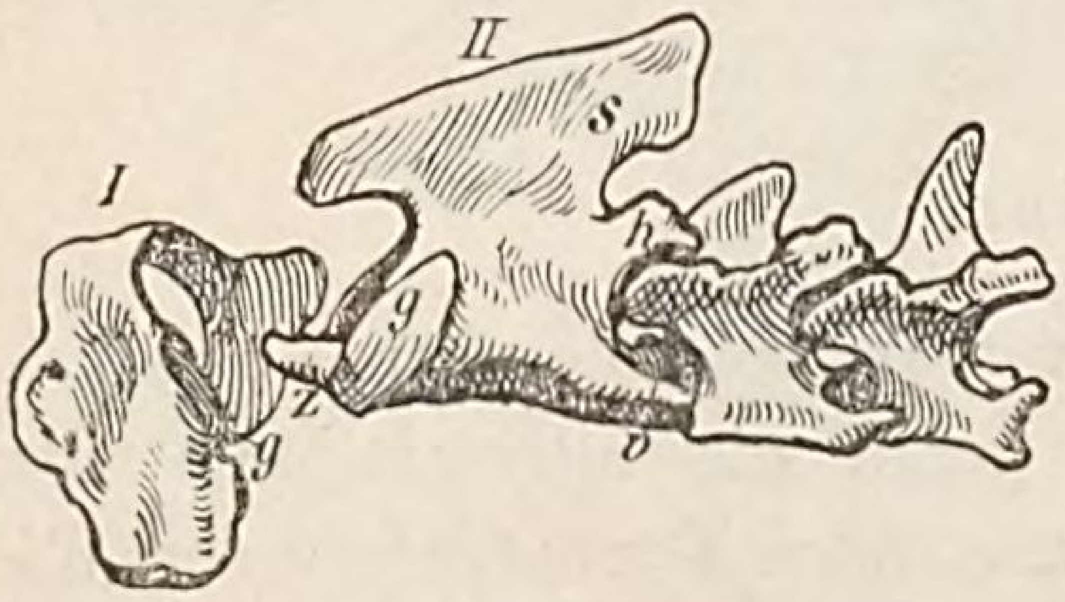


Fig. 10.

Die vier ersten Halswirbel des Dachses. $^1/_2$ natürl. Grösse.

I Atlas. *II* Epistropheus. *z* der mit dem Epistropheus verwachsene Körper des Atlas. *g* Gelenkflächen der beiden ersten Wirbel. *h* hinterer, *v* vorderer Gelenkfortsatz der oberen Bogen, *s* Dornfortsatz.

Schädel freiere Beweglichkeit zu verleihen (Fig. 10). Der Körper des Atlas bleibt vom oberen Bogen getrennt, verschmilzt mit dem Körper des Epistropheus

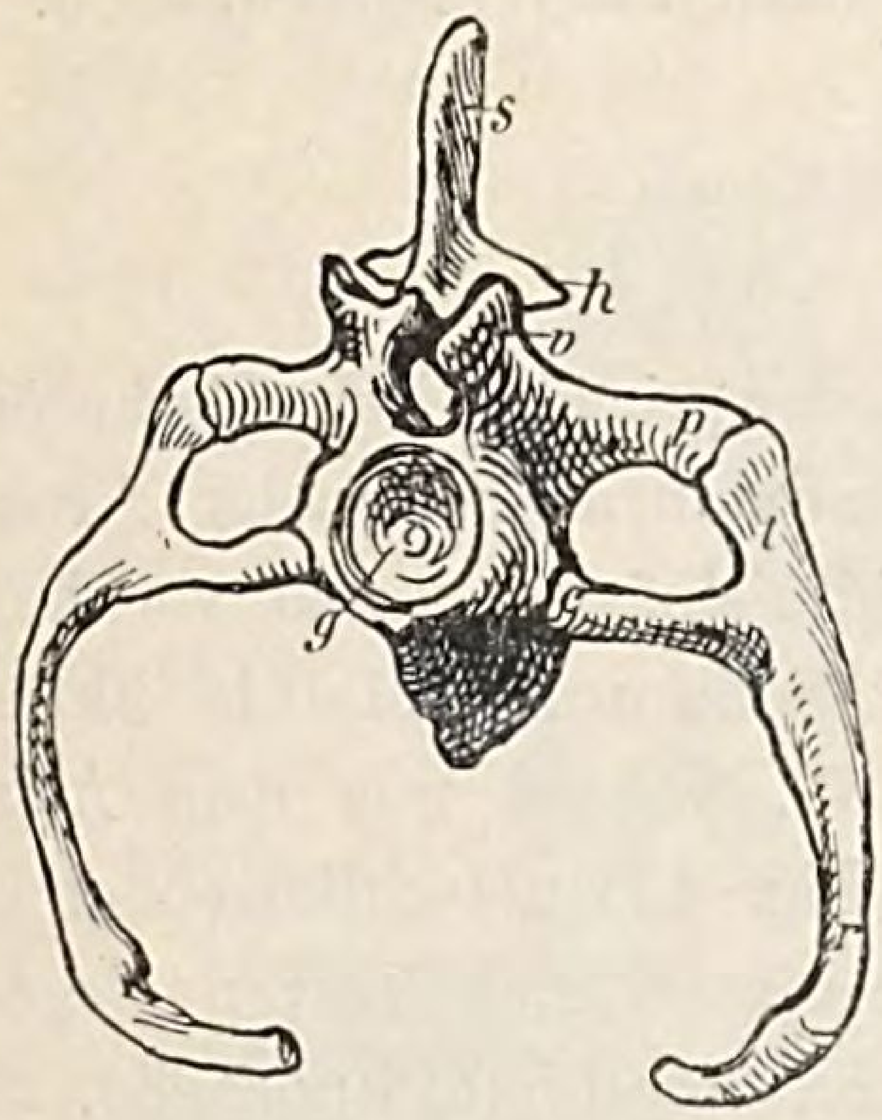


Fig. 11.
Kraniale Ansicht eines Halswirbels vom Krokodil. 1/2 natürl. Grösse.

s Dornfortsatz. *v* vorderer, *h* hinterer Gelenkfortsatz des oberen Bogens. *p* Querfortsatz. *t* Tuberculum, *c* Capitulum der Rippe (*r*). *g* Gelenkhöhle des procölen Wirbelkörpers.

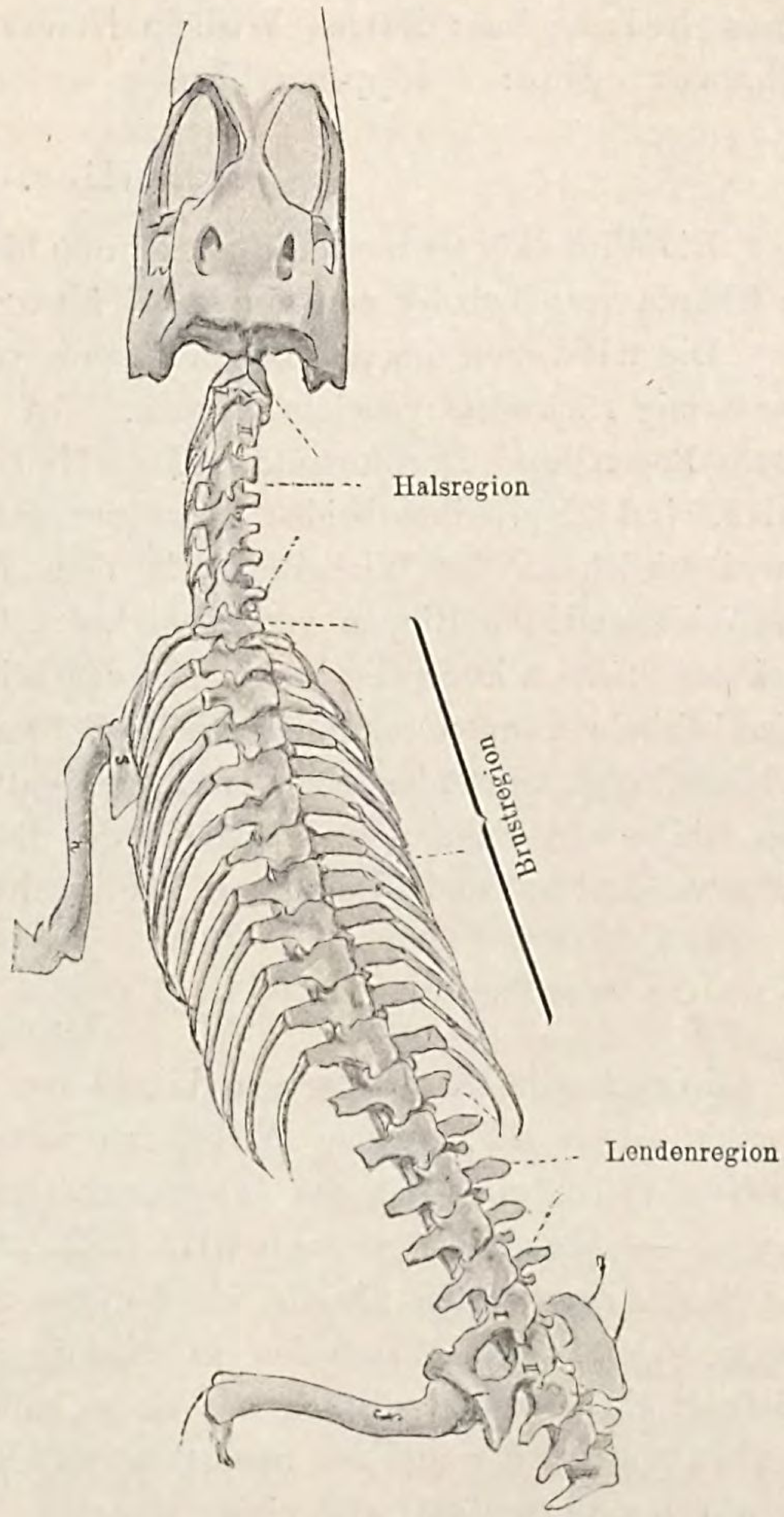


Fig. 12.
Dorsalansicht der Wirbelsäule eines jungen Krokodiles.

I, *II* Sakralwirbel, *s* Schulterblatt, *h* Oberarm, *d* Darmbein, *f* Oberschenkel.

und bildet als vorspringender Zahn die Achse des Drehgelenkes.

Das dorsale Ende der Rippen (Fig. 11) trägt 2 Gelenkhöcker, die nahe dem Vorderrande des Wirbels artikulieren: am Körper das Capitulum (*c*), am Querfortsatze das Tuberculum (*t*). Ein Teil der Rippen verlängert sich fast bis zur ventralen Mittellinie und wird dem Brustbeine verbunden; der Beckengürtel wird immer der Wirbelsäule angeschlossen. Infolge der ungleichmässigen Ausbildung ihrer einzelnen Teile erscheint die Wirbelsäule in folgende Abschnitte gegliedert:

Halsregion: die Rippen bleiben unbedeutende Anhänge.

Brustregion: die Rippen sind lang und ventral durch einen medialen Knorpelstreif — Brustbein, Sternum, dem das Epi-

sternum aufsitzt, zum Rippenkorbe geschlossen. Der Schultergürtel liegt dem Rippenkorbe seitlich an.

Lendenregion: Rippen kurz.

Kreuzbeinregion: Zweien Wirbeln ist der Beckengürtel angeschlossen.

Schwanzregion: Rippen fehlen.

Reptilien.

Die Wirbelkörper werden entweder amphicöl oder procöl (selten opisthocöl), die Chorda verschwindet vollständig bei älteren Individuen sehr vieler Arten.

Die niederen oberen Bogen tragen verhältnismässig kurze vertikale oder wenig rückwärts geneigte Dornen. An der Schwanzwirbelsäule haften untere Bogen und Dornfortsätze. Die Halsrippen, welche nur dem Atlas fehlen, sind klein, ihre beiden Gelenkfortsätze (Fig. 11) umschliessen einen Kanal seitlich an der Wirbelsäule, in dem Blutgefässe und Nerven liegen. Das Wirbelende der Rippen verknöchert, das Sternalende bleibt knorpelig, wie auch das Sternum knorpelig bleibt. Mit den beiden den Beckengürtel tragenden Sakralwirbeln können sekundär etliche Schwanzwirbel verwachsen. Sternum und Schultergürtel werden recht verschieden entwickelt, Brustbein und Schlüsselbein fehlen oft, Scham- und Sitzbein des Beckengürtels sind getrennt, das breite vertikal stehende Ileum mit 2 Sakralwirbeln verbunden (Fig. 8).

Vögel.

Nur fossile Arten weisen bikonkave Wirbelkörper auf. Bei allen recenten Arten sind procöle Wirbel mit sattelförmigen Gelenken vorhanden, zwischen denen ein Rest des Intervertebralknorpels als faseriger Zwischenknorpel — Meniscus vertebralis liegt und Stücke der im Wirbelkörper vollständig resorbierten Chorda als fibrösen Strang einschliesst. Die Brustrippen (6—12 Paare) zerfallen in winklig geknickte gelenkig verbundene Hälften: ein vertebrales Stück mit einem kaudalen Fortsatze — Processus uncinatus (*u*), der auf der nächsthinteren Rippe liegend die Festigkeit des Brustkorbes unterstützt, und einen ventralen am Sternum befestigten Teil — Os sternocostale (*sc*). Das Sternum wird eine breite schildförmige Knochenplatte, welche fast die ganze Bauchfläche des Rumpfes deckt, mit einem medianen Kamme — Crista sterni zur Insertion der kräftigen Fliegmuskeln des Armes. Das Episternum bleibt meist membranös, nur ein Teil desselben am Vorderrande des Sternums verknöchert.

Die Grenzen der Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanzregion werden später einigermassen verwischt; denn 9—20 Wirbel, Körper sowohl wie Dornfortsätze, verwachsen zu einem langen starren Stücke und ausserdem mit den Beckenknochen. Da der Brustkorb durch die Processus uncinati und das breite Sternum stark gefestigt ist, bildet das Skelet des Rumpfes ein kräftiges Knochengerüst, das den grossen Fliegmuskeln feste und breite An-

satzflächen darbietet. Die S-förmig gekrümmte Halsregion (9—25 Wirbel) hingegen ist sehr biegsam. Ihre Beweglichkeit unterstützt die Thätigkeit des Schnabels, welcher anstatt der verkümmerten, anderen Funktionen dienstbaren Hände die Aufgaben eines Greiforganes erfüllen muss. Die Dornfortsätze der Halswirbel bleiben unscheinbar, ebenso die Rippen (*cc*), welche dem ersten und zweiten Wirbel fehlen, sonst mit den Querfortsätzen verwachsen sind und nur an den letzten Halswirbeln sich länger strecken. Die Brustwirbel (4 — 11) sind gewöhnlich kürzer als die Halswirbel und treiben kräftige Dornfortsätze. Die Lendenwirbel verwachsen frühzeitig mit den beiden Sakralwirbeln. Die Schwanzwirbel fossiler Arten sind zahlreich, die Schwanzregion recenter Arten aber kurz. Ihre Wirbel haben grosse Quer-, schwache Gelenkfortsätze und obere wie untere Dornfortsätze. Der letzte gewöhnlich dem vorletzten verschweisste Wirbel bildet eine breite senkrechte Platte, auf welche die Schwanzfedern bezw. deren Muskel gestützt sind. Das schmale weit gegen den Beckengürtel reichende Schulterblatt ist mit dem scharf ventral geknickten Coracoid verwachsen, das

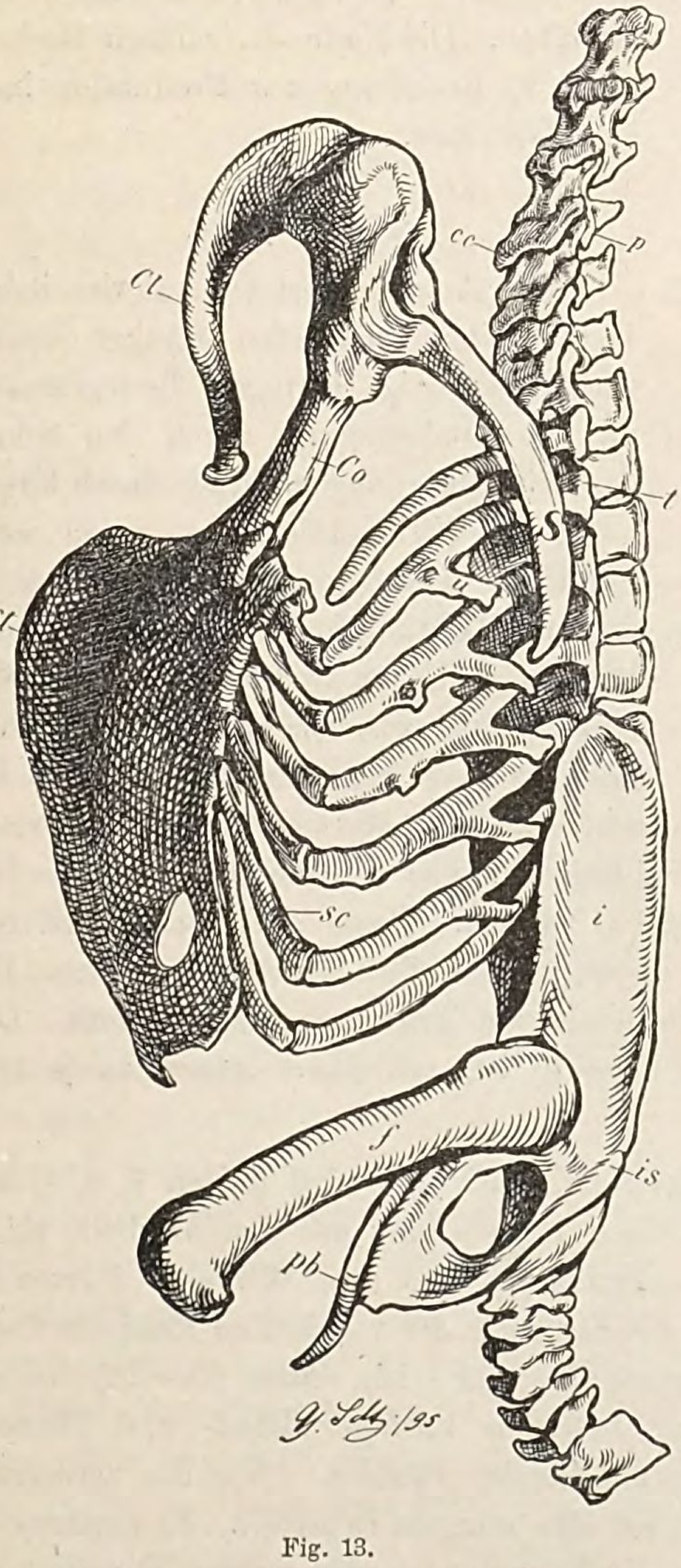


Fig. 13.

Lateralansicht des Rumpf- und Schwanzskeletes von Vultur cinereus. 1/3 natürl. Grösse.

st Sternum mit dem Kamm. *sc* Os sternocostale. *u* Processus uncinatus. *cc* kleine Halsrippe. *p* hintere Gelenknase des oberen Bogens. *t* Tuberculum der Brustrippe. *S* Scapula. *Co* Coracoid. *Cl* Clavicula. *i* Darmbein. *is* Sitzbein. *pb* Schambein. *f* Oberschenkel.

allein den Schultergürtel auf den Vorderrand des Brustbeines stützt, während die Schlüsselbeine frei bleiben und median als Gabelbein — Furcula verschmelzen. Die Beckenhälften, deren drei Knochen in sagittaler Richtung

verlängert sind, bleiben immer getrennt. Die breiten Platten des Ileum und Os ischii verschmelzen mit vielen Wirbeln, während die schmalen Schambeine parallel den Sitzbeinen streichen. Die Form des offenen Beckens steht in Beziehung zur Produktion hartschaliger Eier.

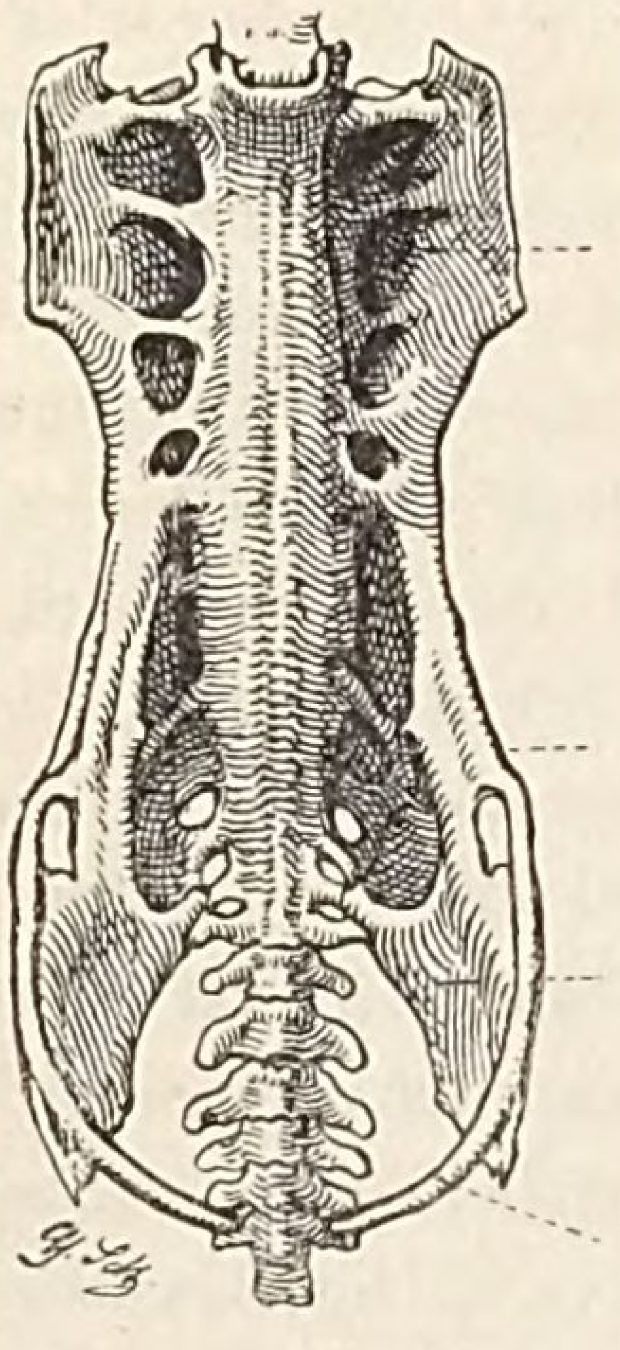


Fig. 14.
Ventralansicht des Beckens von Strix brachyotus. Natürl. Grösse.

Säugetiere.

Das Achsenskelet der auf vier hohen Extremitäten stehenden Säuger bedarf verhältnismässig geringer Beweglichkeit, da die Ortsbewegung durch den Schritt der Beine, in geringem Grade durch Krümmung der Wirbelsäule selbst erzielt wird; nur Hals- und Schwanzregion vermag bedeutendeRichtungsänderungen auszuführen. Die oberen Bogen sind vermittels der Gelenkfortsätze zusammengeschlossen, während die flach konkaven Grenzflächen der Wirbelkörper an elastische Zwischenscheiben des Intervertebralknorpels stossen. Die biegsame Säule lässt die Bewegung auf vier Füssen und den Wechsel der Gangart nie hart und ungeschickt werden. Reste der rasch reduzierten Chorda dauern als centrale Gallertkerne der Zwischenwirbelscheiben. Die höher gerückten Querfortsätze erscheinen als Teile des oberen Bogens. Das Capitulum der Rippen, deren Zahl gering ist, artikuliert immer an je zwei Wirbelkörpern.

Die Halsregion, ob kurz oder lang, zählt 7 Wirbel (selten 6, 8, 9) mit schwachen Dornfortsätzen, ihre kleinen Rippen sind mit den Wirbeln völlig verwachsen; ein enger Kanal zwischen ihnen und dem Wirbel — Foramen transversarium bezeugt immer die Spaltung des vertebralen Endes in Capitulum und Tuberculum. Die Brustwirbel (12—13, selten 10—23) treiben hohe kaudal gerichtete Dorne zur Insertion kräftiger Band- und Muskelmassen, die gegen Hals, Schädel und Lenden strahlen. Nur die vordersten Rippen — wahre Rippen erreichen das schmale Brustbein, die hinteren — falschen Rippen legen sich an die Sternalenden der wahren Rippen oder laufen frei aus. Die biegsame Lendenregion enthält die grössten (2—9) Wirbel, ihre Querfortsätze sitzen dicht am Körper. Die zwei Sakralwirbel verwachsen unter sich und mit einigen Schwanzwirbeln (meist 3—4) zum starren Kreuzbein, ihre Dorne bleiben niedrig; die Schwanzwirbel (4—46) verjüngen sich kaudal und verlieren den Rückenmarkskanal.

Das knorpelige Sternum verknöchert von mehreren Herden aus und erscheint deshalb gegliedert, sein Hinterende — Processus xiphoideus

bleibt knorpelig. Das knorpelige Episternum wird meist reduziert zu unansehnlichen Resten. Über die breite Scapula zieht ein Knochenkamm zum Ansatz starker Schultermuskeln, seine ventrale Spitze — Acromion überragt den Rand des Schulterblattes, das allein die Gelenkpfanne des Oberarmes trägt. Unbedeutend bleibt das Coracoid, es erreicht das Sternum nicht; auch das Schlüsselbein wird häufig reduziert (laufende Säuger). Das Darmbein des Beckengürtels steht sagittal, die medialen Ränder der Scham- oder Sitzbeine jeder Seite verwachsen — Symphyse, häufiger die Schambeine, selten beteiligen sich auch die Sitzbeine.

Die Extremitäten.

Im Innern der plattenförmigen Höcker, welche an der vorderen und hinteren Rumpfgrenze aller Wirbeltiere knospen, entstehen aus dem Bindegewebe knorpelige und später verknöchernde Teile, die Elemente des Extremitätenskeletes, bedeckt von Bindegewebe oder Muskulatur. Bei den Fischen bilden jene Anhänge breite ruderförmige Platten — Flossen. Ihre kleinen Skeletteile sind durch Bandmassen zu einem breiten wenig beweglichen Komplexe vereint, indem die schmalen cylindrischen Knorpelstücke in fest einander angeschmiegten Reihen (Strahlen) geordnet sind. Die Knorpelstrahlen jeder Extremität gruppieren sich in einer Ebene winklig gegen einen axial verlaufenden derberen Hauptstrahl und ziehen beiderseits ziemlich gleichmässig schräg gegen den Flossenrand — biserialer Charakter — oder sie schaaren sich hauptsächlich längs einer Fläche des Hauptstrahles — uniserialer Charakter. Das Skelet liegt im proximalen Teile der Flosse, aber der Flossenrand springt als dünne Platte weit über dasselbe hinaus und wird durch zahlreiche feine Flossenstrahlen gefestigt. Der Grundplan des Flossenskeletes erscheint in den Ordnungen und Arten der Fische mit unsäglich vielen Varianten, reich oder arm in der Ausbildung der Einzelteile.

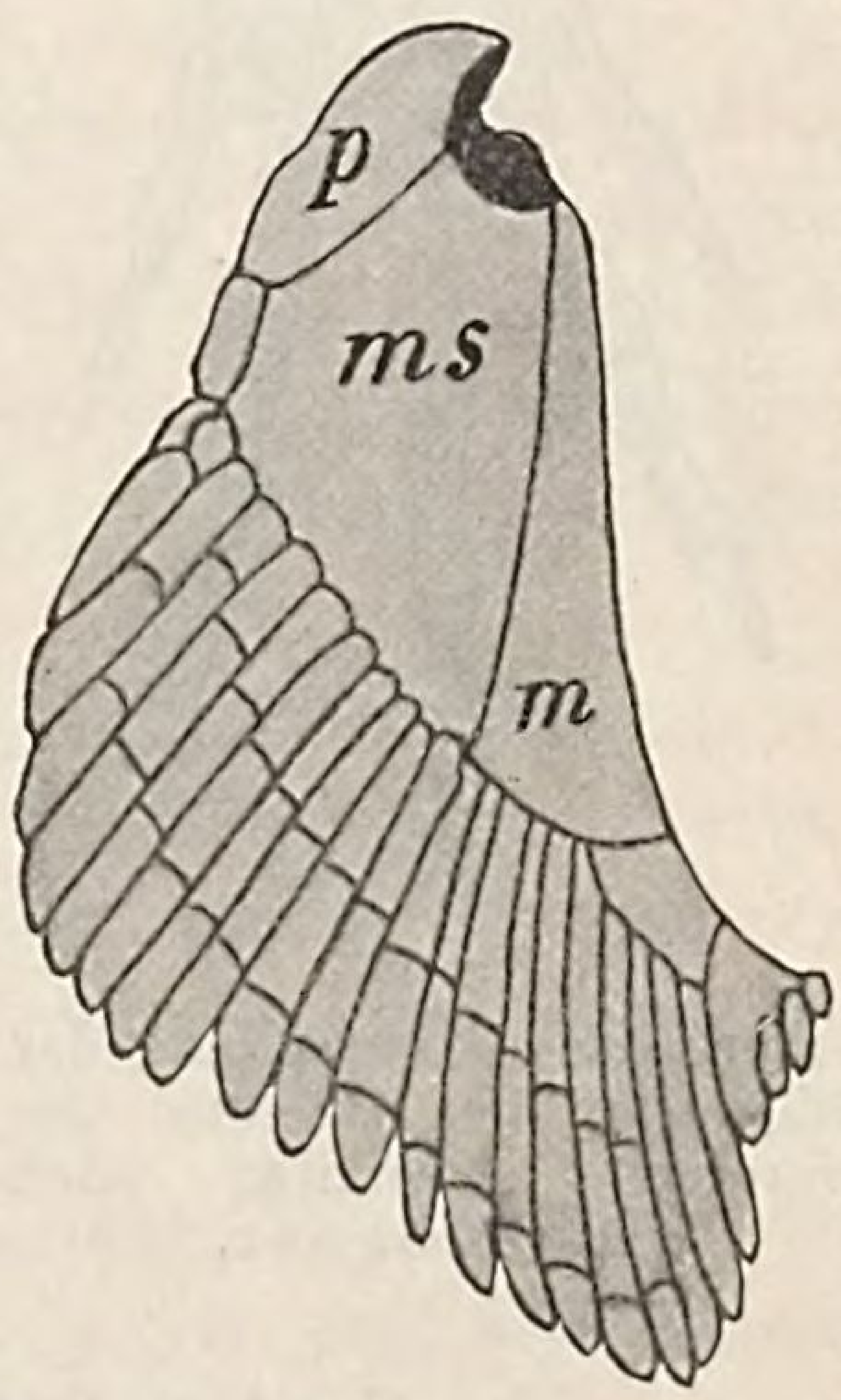


Fig. 15.

Skelet der Vorderflosse des Dornhaies — Acanthias vulgaris. Nach Gegenbaur.

Uniserialer Typus. Die Flossenstrahlen sitzen nur an einer Seite des in drei Stücke p, ms, m gegliederten Hauptstrahles. p Propterygoid, ms Mesopterygoid, m Metapterygoid.

Die Gliedmassen der übrigen Wirbeltiere wachsen als cylindrische Anhänge in die Länge und erfahren frühzeitig an zwei Stellen winkelig Knickung. So werden drei nicht mehr in einer Ebene liegende Regionen unterscheidbar:

Oberarm, Unterarm, Hand der vorderen Extremität,
Oberschenkel, Unterschenkel, Fuss der hinteren Extremität.

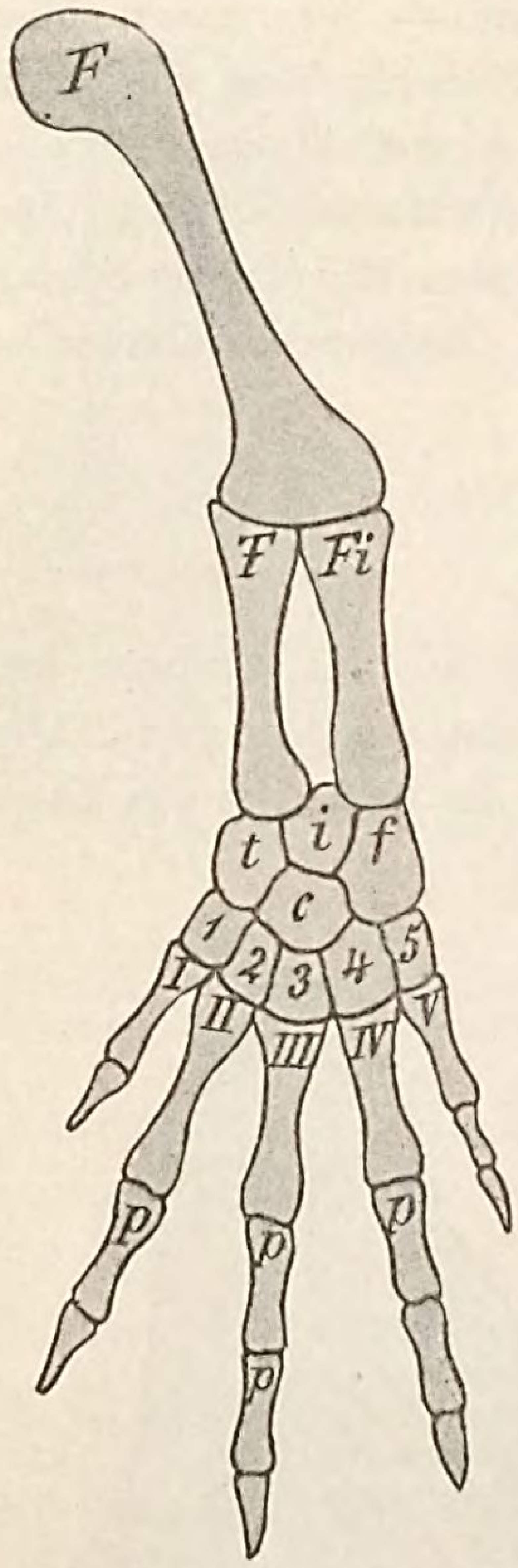


Fig. 16.
Schematische Darstellung der Gliederung des Skeletes der hinteren Extremität nach Gegenbauer.

Diese sind an den Winkelecken gegen einander beweglich

im Ellenbogengelenke Oberarm u. Unterarm,
im Handgelenke Unterarm und Hand,
im Kniegelenke Oberschenkel u. Unterschenkel,
im Fussgelenke Unterschenkel und Fuss.

Während die beiden proximalen Abschnitte cylindrisch werden, bleibt die Hand (Fuss) breit und flach, und ihr distaler Rand wird in fünf schmale Fransen — Finger, Zehen ausgezogen, die beweglich sind. Die Gliedmassen werden also zu einem Hebelsystem umgebildet, welches gestützt auf die breiten Flächen von Hand und Fuss den Tierkörper über den Boden erhebt und auf dem Lande fortschiebt. Im Innern der Extremität entstehen viele Knorpelstücke, deren glatte ebenen Stossflächen fest vereint sind oder konvex bezw. konkav in einander gewölbt bewegliche Gelenkverbindungen eingehen. Strahlige Ordnung der Stützelemente beherrscht nur das breite Ende der Gliedmasse, während in den beiden cylindrischen Abschnitten ein oder zwei lange stabförmige Hartgebilde auftreten. Den Plan der Gliederung, welcher der vorderen und hinteren Extremität gemeinsam ist, lehrt Fig. 16 und die nachfolgende Tabelle.

Regionen	**Vordere Extremität** Stücke	**Hintere Extremität** des Skeletes	Regionen
Oberarm	Humerus	Femur (*F*)	**Oberschenkel**
Unterarm	Radius — Ulna	Tibia (*T*) — Fibula (*Fi*)	**Unterschenkel**
Hand-wurzel	Intermedium Radiale Ulnare Centrale Carpale 1—5	Intermedium (*i*) Tibiale (*t*) Fibulare (*f*) Centrale (*c*) Tarsale 1—5	**Fuss-wurzel**
Mittel-hand	Metacarpale I—V	Metatarsale I—V	**Mittel-fuss.**
	Phalangen der 5 Fingerreihen	Phalangen (*p*) der 5 Zehenreihen.	

Anmerkung. Da die hier gebrauchte Nomenklatur Gegenbaurs in älteren Büchern nicht befolgt ist, gebe ich ein Verzeichnis der Synonyme.

	Carpus	Säuger	Mensch	Tarsus	Säuger und Mensch
I.	Ulnare	Pyramidale	(Triquetrum)	Fibulare	Calcaneus
I.	Intermedium	Lunare	(Lunatum)	Intermedium	Astragulus (Talus)
I.	Radiale	Scaphoid	(Naviculare)	Tibiale	Astragulus (Talus)
I.	Centrale	Scaphoid	(Naviculare)	Centrale	Naviculare (Scaphoid)
	Carpale 1	Trapezium	(Multangulum majus)	Tarsale 1	Cuneiforme 1
	„ 2	Trapezoides	(„ minus)	„ 2	„ 2
	„ 3	Magnum	(Capitatum)	„ 3	„ 3
	„ 4	Unciforme	(Hamatum)	„ 4	Cuboides
	„ 5	Unciforme	(Hamatum)	„ 5	Cuboides

Das obere Ende jedes Gliedmassenskeletes gelenkt am entsprechenden Traggürtel der Rumpfwand: der Gelenkkopf des Humerus am Schultergürtel (Schultergelenk), des Femur am Beckengürtel (Hüftgelenk). Ebenso sind die Stücke am Ellenbogen- (Knie-), Hand- (Fuss-) Gelenk beweglich verbunden, sodass die Knickung der Extremität zeitweilig aufgehoben und diese auch zu anderen Aufgaben der Lebensthätigkeit der Tiere verwendet werden kann. Die Knochen der Hand-(Fuss-)wurzel und die proximalen Enden der Metacarpalia (tarsalia) sind straff zusammengeschlossen, hingegen die Phalangen unter sich und gegen die distalen Enden der Mittelhand-(-fuss)knochen beweglich. Kräftige Muskelmassen entstehen um das Skelet, hauptsächlich der cylindrischen Abschnitte; in der Hand- und Fussregion bleiben sie spärlich an Masse, doch reich gegliedert; sie fixieren die beweglichen Stücke oder bestimmen die Energie ihrer Verschiebung.

Da die Gliedmassen zur Lösung aller denkbaren Aufgaben im Lebensrahmen der unzähligen Wirbeltierarten verwendet werden, sind die Varianten des eben geschilderten Grundtypus so mannigfaltig, dass eine zusammenfassende Darstellung ausgeschlossen scheint. Hier seien nur die wichtigsten Richtungen der Umbildung hervorgehoben.

1. Die Beine stehen quer und lateral am Rumpfe oder liegen der Seitenfläche dicht an. Sie bleiben klein oder verlängern sich und stützen als vertikale Säulen den hochgestellten Rumpf.

2. Vordere und hintere Gliedmassen sind gleich gross. — Hauptsächlich die Hinterbeine dienen der Ortsbewegung und werden lang, die vorderen kurz (Känguruh) oder verkümmern (Kiwi). Die Vordergliedmassen werden Flugwerkzeuge: ihre Finger verkümmern (Vögel), wachsen lang (Flugsaurier, Fledermäuse).

3. Die Finger liegen dicht neben einander fast unbeweglich; einzelne werden freier; sie werden auseinander gespreizt, sogar entgegengestellt (Vögel), ihre Zahl wird reduziert, oft bis auf einen Finger jeder Hand.

4. Hand oder Fuss bilden Laufsohlen oder Greifwerkzeuge oder Ruderplatten.

5. Die ganze Sohle der Extremität berührt den Boden — nur die Finger liegen ihm an — bloss die Zehenspitze wird aufgesetzt.

6. Entweder das vordere oder hintere, manchmal beide Gliedmassenpaare werden kaum entwickelt.

Die Verlängerung der Extremität kann durch Streckung der Skeletteile aller oder einzelner Regionen erfolgen, sei es Oberarm, Handwurzel, Mittelhand oder Finger.

Einzelne Knochen verwachsen mit einander, z. B. Radius und Ulna. Tibia und Fibula, die Meta-carpalia oder -tarsalia, auch ganze Reihen der Fusswurzelknochen, z. B. bei Eidechsen die Elemente der oberen Reihe Tibiale, Intermedium, Fibulare und Centrale (Fig. 17), bei Vögeln verwachsen diese wieder mit der Tibia, und die verwachsene Reihe der Tarsalia mit den Metatarsalia, so dass der Fuss nicht im Fussgelenke, sondern in einem zwischen den Fusswurzelknochen entstehenden Gelenke — Intertarsalgelenke bewegt wird.

Rückgebildet werden Phalangenreihen, Wurzelteile, Ulna und Fibula.

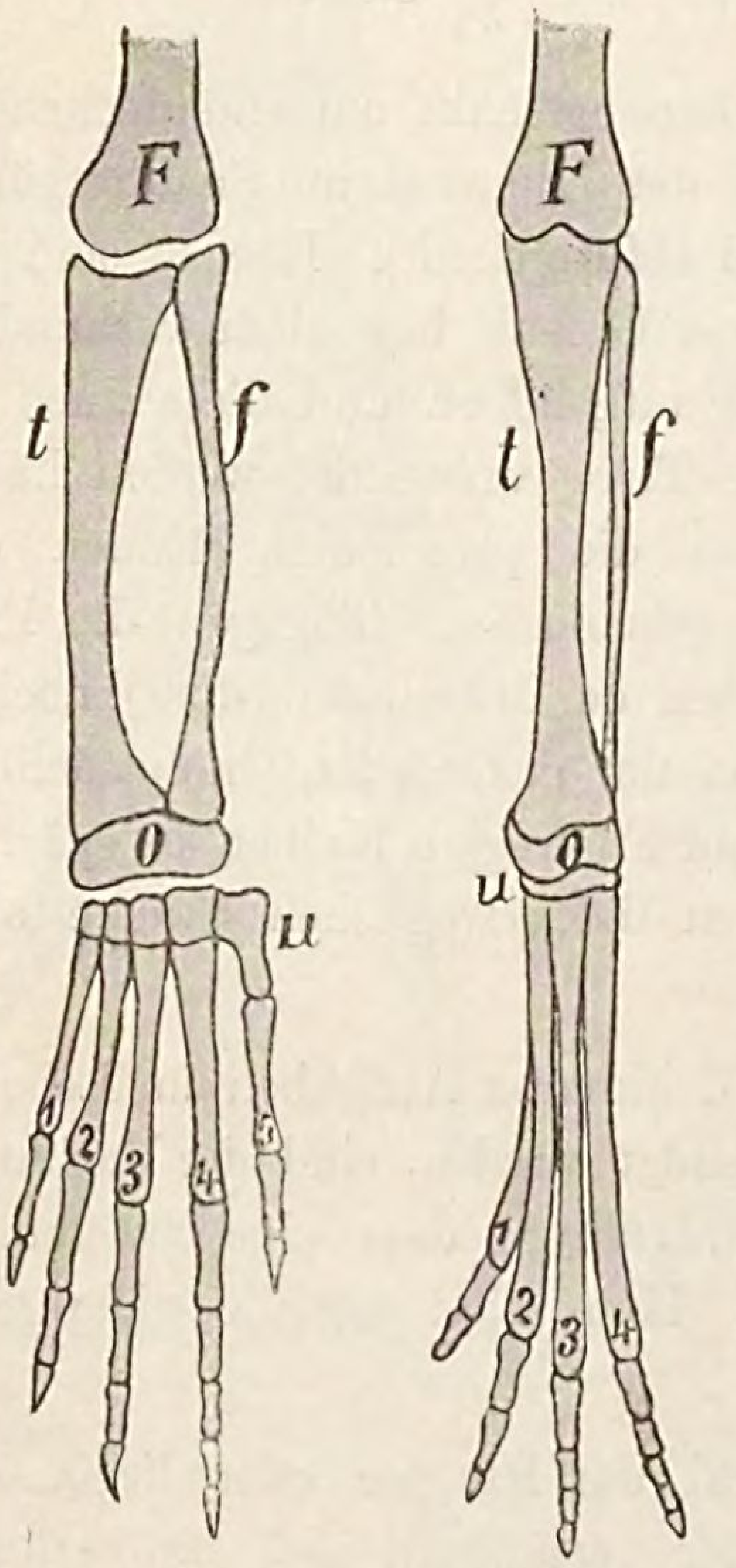


Fig. 17.

Skelet der hinteren Extremität; links einer Eidechse, rechts eines Vogels. Nach Gegenbaur.

F Femur, *t* Tibia, *f* Fibula, *o* oberes, *u* unteres Tarsusstück, entstanden durch Verwachsung der oberen bezw. unteren Tarsalreihe. 1—5 Metacarpalknochen.

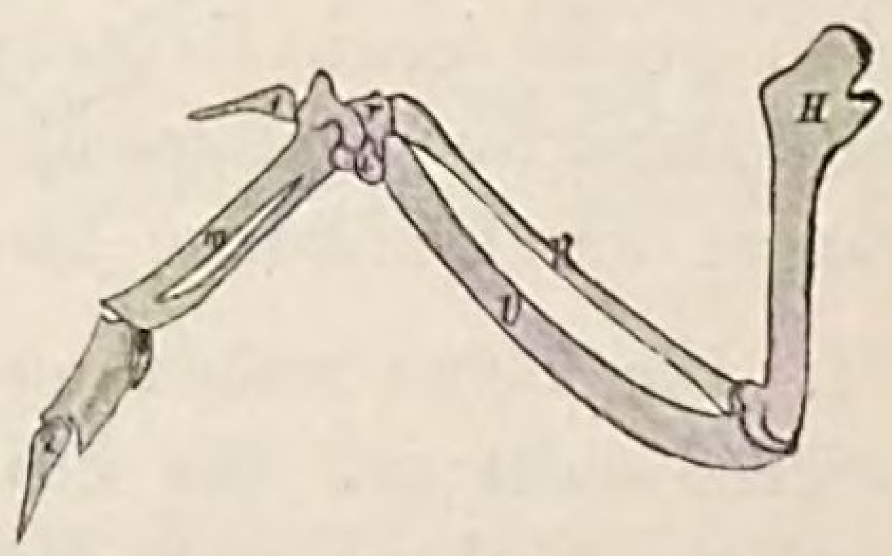


Fig. 18.

Skelet der vorderen rechten Extremität von Psittacus erithacus nach Blanchard.

H Humerus, *U* Ulna, *R* Radius, *u* Ulnare, *r* Radiale, 1, 2, 3 Finger, *m* verwachsene Metacarpalstücke.

Sehr veränderlich ist die Zahl der Phalangen. Am stärksten ist die Hand der Vögel rückgebildet, der IV. und V. Finger ist ganz verschwunden, der I. besitzt 1—2, der II. 2—3, der III. 1—2 Phalangen, die drei zugehörigen Metacarpalia verwachsen ebenfalls, sowie mit einem Teil der Handwurzelknochen. Selbständig bleiben nur Ulnare und Radiale.

III.

Der Schädel.

Eine bindegewebige später verknorpelnde Schädelkapsel — Cranium — umhüllt das vordere Ende der Chorda dorsalis und alle fünf Hirnblasen. Ihr sind vorne die Geruchsgruben, seitlich in besondern Nischen die Augen und der hinteren inneren Seitenwand das Labyrinthorgan angelagert. Das

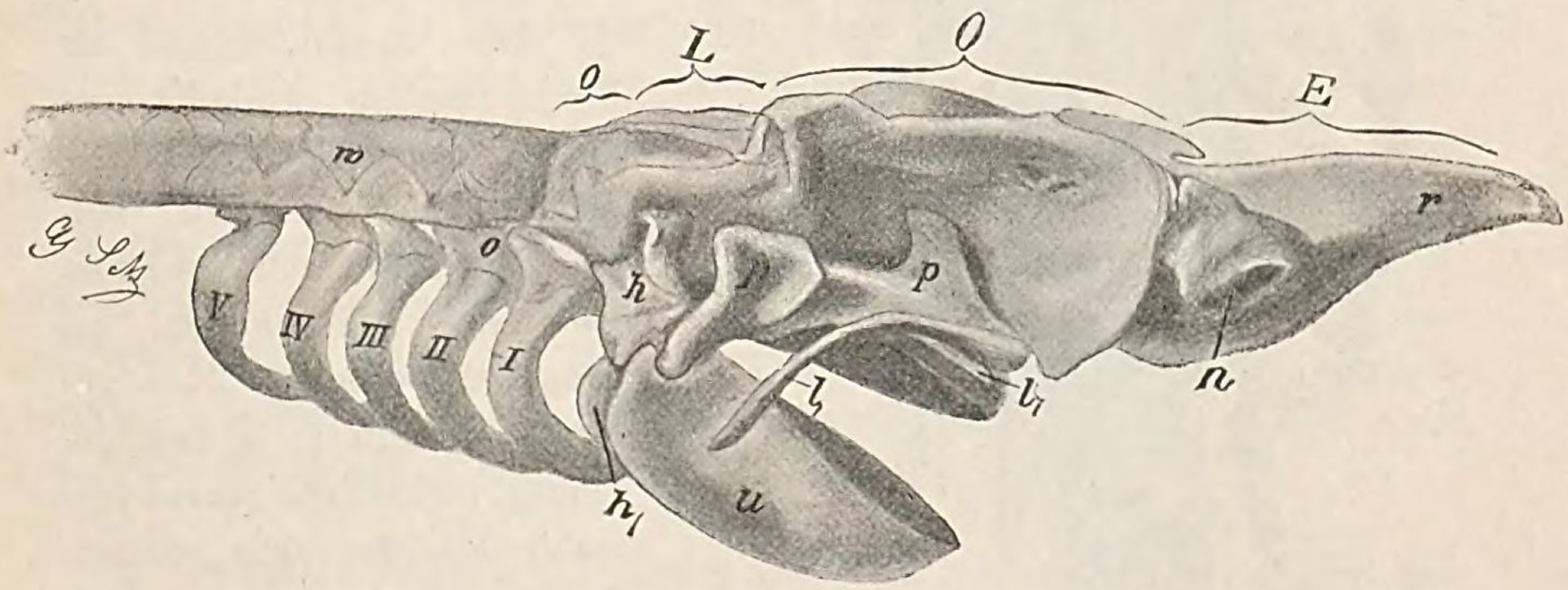


Fig. 19.

Seitenansicht des Knorpelschädels vom Dornhaie — Acanthias vulgaris (3/4 verkl.).

E Ethmoidalregion, *r* Rostrum, *n* Nasenkapsel, *O* Orbitalregion, *L* Labyrinthregion, *o* Occipitalregion, *p* Palatoquadratum, *u* Mandibula, l_1 u. l_2 Labialknorpel, *h* Hyomandibulare, h_1 Hyoid, *w* Wirbelsäule, *o* Epibranchiale, I—V Schlundbogen.

Cranium wird mit der Wirbelsäule fest verbunden und seine Höhle setzt sich durch ein Loch — Foramen magnum der kaudalen Wand direkt in den Rückenmarkskanal fort. Der ventrale Boden überdeckt die Mundhöhle und den Beginn des Vorderdarmes. Von der Schädelkapsel hängen ventral mehrere Bogenpaare — Schlundbogen herab, welche den Mundrand und die Wand des Vorderdarmes steifen; ihre Bewegungsmuskeln strahlen an die Schädelwand. Die den Teilen des Kopfes zugehörigen Nerven entspringen aus dem Gehirne und dringen durch Löcher der Kapselwand in ihre Verbreitungsgebiete.

Dieser Bauplan ist ungetrübt bei den Haifischen zu erkennen. Folgende Regionen des Schädels lassen sich unterscheiden:

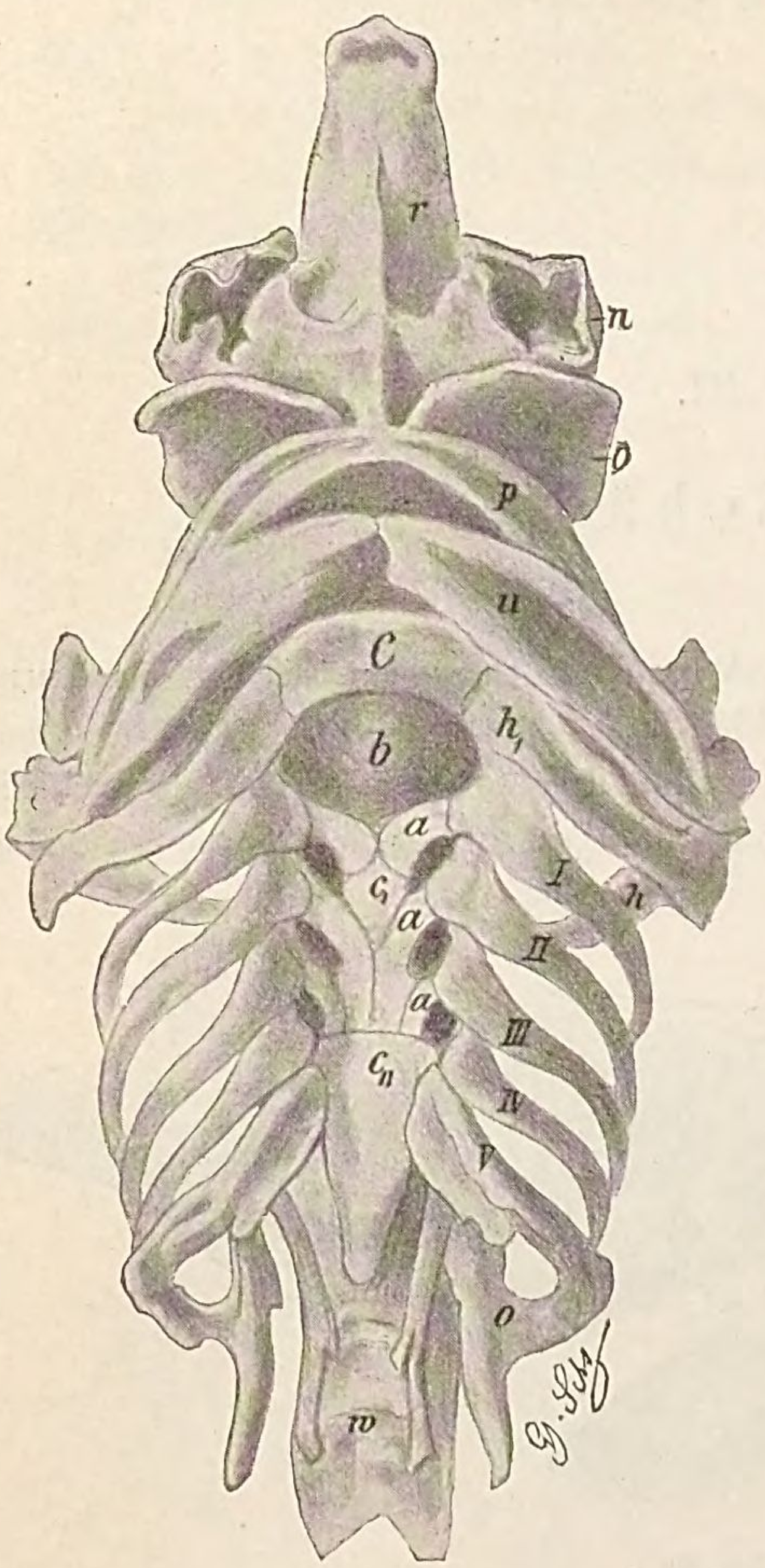


Fig. 20.
Ventaalansicht des Knorpelschädels vom Dornhaie ($^3/_4$ verkl.).

r Rostrum, *n* Nasenkapsel, *o* vordere Wand der Augenhöhle, *p* Palatoquadratum, *u* Mandibula, *C* Copula des Hyoidbogens (h_1), *b* Basis des Knorpelschädels, *a* Hypobranchialia, c_1, c_2 Copulae, *o* Epibranchialia, *w* Wirbelsäule.

1. Die vordere Ethmoidalregion *(E)* mit den Nasengruben.
2. Die Orbitalregion *(O)* mit den seitlichen Augennischen und den Austrittslöchern des II., III., IV., VI. Hirnnerven.
3. Die Labyrinthregion *(L)*, die Labyrinthsäcke umschliessend und mit den Austrittsnerven des V., VII., IX. Hirnnerven.
4. Die Occipitalregion *(O)* mit dem Foramen magnum und dem Austrittsloche des X. Hirnnerven.

Die Schlundbogen der Fische werden winkelig geknickt, in mehrere Stücke gegliedert und erhalten verschiedene Form und Funktion. Der erste stark kaudal gekrümmte Bogen — Kieferbogen zerfällt in je zwei gelenkig verbundene (dorso-ventrale) Hälften. Die dorsale Platte — Palatoquadratum *(p)* haftet mittels eines Fortsatzes an der Orbitalregion und trägt am weit zurückgeschobenen Gelenkende das ventrale Stück — Unterkiefer, Mandibula *(u)*. Die medialen Enden beider Stücke springen median so vor, dass sie die anderseitigen entsprechenden Bogenteile berühren und mit diesen durch Bandmasse vereint werden. Die Muskeln des ersten Bogens bewegen den Unterkiefer vertikal gegen das Palatoquadratum.

Der zweite transversal gestellte Hyoidbogen gliedert sich in zwei Stücke: Das dorsale Hyomandibulare *(h)* ist an die Labyrinthregion des

Schädels gestützt, das ventrale Hyoideum *(h)* wird durch ein unpaares Stück — Copula mit dem anderseitigen verbunden. Bei vielen Haien und anderen Fischen treten der I. und II. Bogen in nähere Beziehung, indem das Hyomandibulare, mit dem hintern Rande des Palatoquadratum verbunden, als Kieferstiel zwischen dieses und die Schädelkapsel eingeschoben erscheint und nur ein vorderer Fortsatz des Palatoquadratum direkt an das Cranium geheftet ist.

Dann folgen 5—7 Paare der Schlundbogen zwischen je 2 Schlundtaschen des Vorderdarmes; die knorpeligen Reifen zerfallen bei den Fischen in je 3 Stücke: Epibranchiale, Ceratobranchiale und Hypobranchiale; unpaare Knorpelstücke — Copulae schliessen die ventralen Ränder der Hypobranchialia median zusammen. Die dorsalen Enden der Schlundbogen sind bei Haifischen an der Wirbelsäule, bei den andern Fischen am Schädel selbst befestigt.

Der Schädelbau der übrigen Wirbeltiere wird kompliziert durch das Auftreten von Knochensubstanz, indem entweder im umliegenden Bindegewebe Knochenplatten gebildet und dem Knorpelgehäuse aufgelagert werden — Deckknochen, perichondrale Ossifikation, oder Bindegewebe in den Knorpel selbst eindringt und ihn in Knochen umwandelt — Knorpelknochen, endochondrale Ossifikation. Deckknochen entstehen an den dorsalen und lateralen Flächen des Cranium und am Palatoquadratbogen; Knorpelknochen hauptsächlich an der Basis und hinteren Circumferenz des Schädels. Durch die früher oder später eintretende Verknöcherung des gesamten Schädels oder seiner meisten Bezirke wird der Knorpel als Baumaterial weniger wichtig und sehr häufig verdrängt. Dann setzen den Schädel einzelne Knochenparzellen zusammen in bestimmter Lagerungsbeziehung (Taf. II u. III), deren Typus durch die ganze Wirbeltierreihe zu Recht besteht.

I. Occipitalregion. 4 Knorpelknochen das Foramen magnum umrandend

ventral Occipitale basilare *(Ob)*,
lateral symmetrische Occipitalia lateralia *(Ol)*,
dorsal Occipitale superius *(Os)*.

II. Labyrinthregion. 3 Paare dem Labyrinthe angelagerter Knorpelknochen,

Prooticum *(po)*,
Epioticum *(eo)*,
Opisthoticum *(oo)*,
Basisphenoid *(Sb)*, ein Knorpelknochen der Basis,

Squamosum *(sq)* }
Parietale *(P)* } zwei dorsale Deckknochenpaare.

III. Orbitalregion.

Alisphenoid *(Sa)* | 2 Paare Knorpelknochen der Basis.
Orbitosphenoid *(So)* |
Frontale *(F)*. Dorsales Deckknochenpaar.

IV. Ethmoidalregion.

Ethmoidale *(E)* ein Knorpelknochen.
Nasale *(n)* ein dorsales Deckknochenpaar.
Vomer *(v)* ein ventrales Deckknochenpaar.

V. Palatoquadratbogen.

a) Knorpelknochen des Unterkiefergelenkes:
Quadratum *(Q)* am Palatoquadratum,
Articulare *(Ar)* am Unterkiefer.

b) Deckknochen am Palatoquadratum:
Pterygoideum *(Pt)*,
Palatinum *(Pl)*,
Maxilla *(M)*,
Praemaxilla *(Px)*.

c) Deckknochen am Unterkiefer:
Dentale,
Angulare.

Die Knochenplatten des Craniums und Unterkiefers fügen sich meist durch unregelmässige Fortsätze der anstossenden Kanten fest in einander (Verbindung durch Knochennäte). Die am Palatinbogen gebildeten Stücke aber bleiben unabhängiger und bilden als schmale bewegliche Teile der Kiefergaumenreihe an Stelle des primitiven einfachen Knorpelbogens die Stütze der seitlichen und dorsalen Wand der Mundhöhle (Taf. I und Fig. 25). Verschiedenheit in Gestalt und Grösse der genannten Schädelknochen, ihrer Skulptur und Stärke, ihrer Ausdehnung und Modellierung ist die Ursache der unübersehbaren Fülle der Schädelformen innerhalb der Wirbeltierreihe. Dazu gesellt sich noch der Umstand, dass die Deckknochen oft stärker gegliedert werden und dadurch die Freiheit der plastischen Gestaltung erhöhen. Besonders in der Orbitalregion treten innerhalb einzelner Ordnungen neue Deckknochen auf: z. B. Postfrontale, Praefrontale, Postorbitale, Supraorbitale, Lacrymale, Jugale; an der Basis Parasphenoid; am Palatinbogen: Quadratojugale, Transversum. Hier seien nur etliche Beispiele genauer betrachtet, um den Reichtum der Stilvariationen darzulegen.

Knochenfische. (Taf. I.)

Beispiel: Salmo salar, Salm. Die knorpelige Anlage des Schädels bleibt hier in ausgedehntem Maasse bestehen, während sie bei anderen Arten

der Knochenfische später bis auf spärliche Reste verknöchert. Von der gestreckten dreiseitigen Schädelkapsel hängt der lange Hyomandibularknorpel fast senkrecht herab; in zwei Knochenstücke: Hyomandibulare und Symplecticum gegliedert zieht er vom Squamosum zum hinteren Knochen des Palatoquadratbogens, dem Quadratum. Die am Palatoquadratum entstehende Knochenreihe steigt, da das Quadratum tief liegt, schräg gegen die vordere Schädelbasis. Ihre einzelnen Stücke: Ekto-, Mesopterygoid, Palatinum, Maxilla und Prämaxilla sind in medio-lateraler Richtung etwas verschoben und deshalb hintereinander gelegenen Stellen der ventralen Seitenwand des Cranium angeschmiegt, ohne die gleichwertigen Teile der anderen Seite zu berühren (ausgenommen Prämaxilla). Prämaxilla und Maxilla liegen hintereinander am Mundrande. Der hinteren Kante des Hyomandibulare, Symplecticum und Quadratum haften Schutzknochen einer die Schlundspalten verdeckenden Hautfalte, des Kiemendeckels an: Praeoperculum, Operculum, Suboperculum, Interoperculum. Der Schädelbasis ist ein langer Deckknochen — Parasphenoid angeschmiegt. Das Occipitale superius bildet meist einen medianen Kamm. Epioticum und Squamosum sind in hintere Fortsätze ausgezogen, an welchen der Schultergürtel festgehängt ist (siehe auch Fig. 5). Parietale ist klein, Frontale lang gestreckt. Ectopterygoid und Parasphenoid bilden den knöchernen Boden der Augenhöhle, deren lateraler Rand durch eine Reihe accessorischer Hautknochen — Infraorbitalia geschützt ist. Der an der medialen Seite des Symplecticums gelenkende Hyoidbogen trägt knöcherne Strahlen — Radii branchiostegi einer unter dem Kiemendeckel liegenden Schutzmembran. Fünf Paare gegliederter knöcherner Schlundbogen sind am Schädel, nicht an der Wirbelsäule befestigt; die vorderen Paare (3) sind je durch eine Copula verbunden, während die hinteren schwächer entwickelten Paare an einem gemeinsamen medianen Stücke hängen.

Lungenatmer.

Bei den übrigen Wirbeltieren tritt die knorpelige Anlage des Schädels in den Hintergrund, die Deckknochen entwickeln sich schneller und gewinnen immer mehr die Oberhand. Überall wird die Basis des Schädels knorpelig angelegt, im Bereiche der Chorda als eine Knorpelplatte — Parachordalplatte, davor als zwei symmetrische zur Ethmoidalregion streichende Knorpelstreifen — Trabeculae cranii. Diese Teile verwachsen später zur knorpeligen Platte der Schädelbasis. Das Hyomandibulare verliert seine Funktion als Träger des Palatoquadratum und erhält enge Beziehungen zum Labyrinthorgane, zugleich wird der Palatinbogen fester dem Knorpelskelete angeschlossen und seine vorderen Deckknochen werden genähert oder verbunden, sodass diese Knochen unter der Schädelbasis das Dach (nicht mehr die Seitenwand) der Mundhöhle überwölben und den knöchernen Gaumen bilden.

Amphibien.

Beispiel: Rana temporaria L. Das vierkantig prismatische Cranium wird nicht mehr vollständig knorpelig präformiert, nur seine Seitenwände stellen dicke Knorpelmassen dar, während Deckknochen, das flache kreuzförmige Parasphenoid und die verschmelzenden Frontoparietalia die Knorpel-

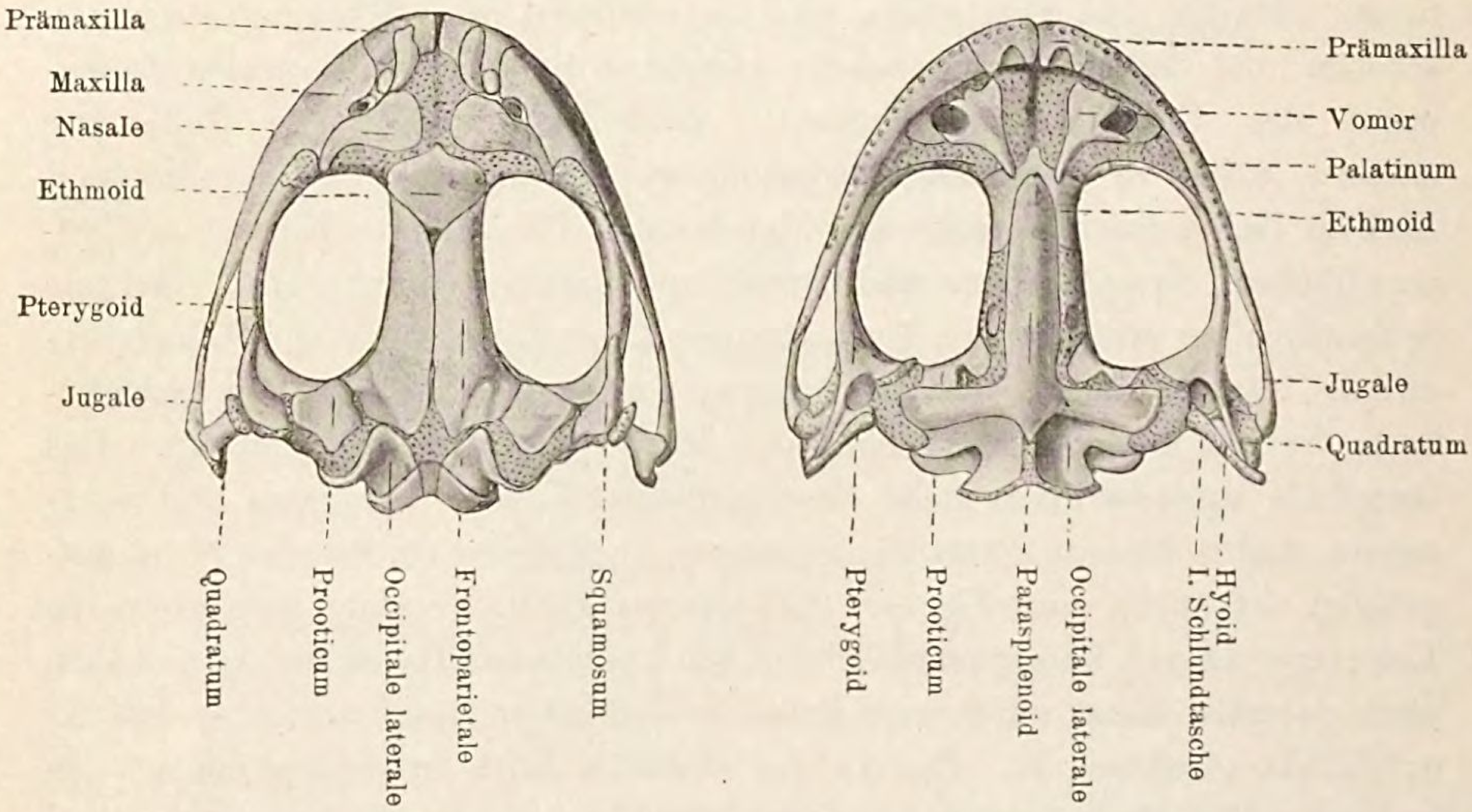


Fig. 21. Dorsalansicht. Fig. 22. Ventralansicht.

Schädel von Rana temporaria (die knorpeligen Teile sind punktiert), 2 mal vergr. Nach Parker.

lücken des Bodens und Daches schliessen. Aber knorpelige Stellen persistieren das ganze Leben hindurch. Die Zahl der Knochen ist gering. Hinten entstehen nur die zwei Occipitalia lateralia mit je einem Gelenkhöcker. Die Labyrinthregion bildet einen Knorpelknochen: Prooticum, ebenso die Ethmoidalregion: das unpaare Ethmoideum; in der Orbitalregion fehlen die Sphenoidea. Das Hyomandibulare verliert seine Funktion als Träger des Palatoquadratbogens, und der letztere wird horizontal der Ohrkapsel und Nasenregion als weit abstehende laterale Spange angefügt. Das Quadratum liegt nun direkt dem Squamosum an, Pterygoid und Palatinum stützen sich auf die Schädelbasis: das Pterygoid nahe dem Prooticum, das Palatinum vor dem Ethmoid; Prämaxilla und Maxilla decken das vordere Knorpelende des Schädels. Die Maxilla stützt sich auf den lateralen Rand des Pterygoid und Palatinum, ihr hinteres Ende stösst an einen vom Quadratum vorragenden Knochenstab — Jugale. Die Schlundbogen (5 Paare), ein Hyoidbogen und vier an einer gemeinsamen Copula hängende einfache ungegliederte Kiemenbogen werden vor Eintritt der Geschlechtsreife rückgebildet,

so dass nur der Hyoidbogen, die Copula und ventrale Reste der Kiemenbogen in der ventralen Schlundwand als Zungenbein erhalten bleiben; besonders die Copula (Zungenbeinkörper) wird mächtig entfaltet.

Amnioten.

Der Schädel wird nie vollständig in Knorpel vorgebildet, nur seine Basis und schmale Teile der Seitenwand sind knorpelig angelegt, die übrigen Bezirke häutig. Energische Verknöcherung schafft bald eine knöcherne Hirnkapsel; blos in der Orbital- und Ethmoidalregion dauern schmale Knorpelreste. Die Knochen des Palatoquadratbogens sind der Schädelkapsel näher gelagert: Pterygoid und Palatinum ihrer Basis, Maxilla und Prämaxilla dem lateralen Rande der Ethmoidalregion. Die Knochen des Kiefergaumenbogens bleiben gross und beweglich am Schädel der Saurier, Schlangen und Vögel; sie verschmelzen unbeweglich mit der Schädelbasis und unter einander bei Krokodilen und Schildkröten; sie werden schwach entwickelt bei den Säugetieren. Die Schlundbogen verlieren bei allen Amnioten die Verbindung mit dem Schädel und werden rückgebildet, am stärksten die hintersten Paare; Reste des Hyoidbogens und der beiden nachfolgenden Paare dauern während des ganzen Lebens als Zungenbeinapparat.

Reptilien.

Die Orbitalregion des Reptilienschädels wird immer zwischen den Augenhöhlen komprimiert zu einer schmalen senkrechten, knorpeligen oder bindegewebigen Platte. Die das kleine Hirn bergende Schädelhöhle ist meist schon in der prootischen Region geschlossen. Ein horizontaler medianer Gelenkhöcker gegen den Atlas wird von den Occipitalia lateralia und dem basilare gebildet. Die otischen Knochen sind ventral geschoben und verwachsen meist mit benachbarten Knorpelknochen: Opisthoticum mit Occipitale laterale, Epioticum mit Occipitale superius. Die hintere Schädelwand ist sehr breit. Ali- und Orbitosphenoide treten zurück. Das kaudal weit vorspringende Squamosum deckt die hintere Fläche des ansehnlichen Quadratum, dessen vorderer Teil immer frei liegt. In der Orbitalregion werden neue Deckknochen abgegliedert: am Hinterrand der Augenhöhle Postfrontale, am vorderen Saum Präfrontale und Lacrymale. Das Pterygoid stösst immer an das Jugale, oft gliedert es ein besonderes Stück, das zwischen Maxilla, Jugale und Pterygoid eingeschaltete Transversum ab. Jede Unterkieferhälfte umschalen fünf Deckknochen — Dentale, Angulare, Coronoideum, Operculare, Complementare, nur an der Gelenkfläche liegt der Knorpelknochen Articulare. Die Copula der Schlundbogen ist schwach, 1—2 Bogenpaare stark entwickelt. Die Copula

wird oft median lang ausgezogen — Os entoglossum, wenn die Zunge lang und schmal wird.

Eidechsen. (Fig. 24, 25 u. Taf. II.)

Beispiel: Varanus ornatus Daud. Die schmale Hirnhöhle reicht nur an die hintere Grenze der Orbitalregion. Der keilförmige Schädel ist hinten sehr breit, weil die Occipitalia lateralia seitlich ausspringen und die Squamosa so weit lateral geschoben werden, dass sie sich an der Bildung des Schädeldaches überhaupt nicht beteiligen. Occipitale superius stellt einen grossen Abschnitt der dorsalen Schädelwand dar und steigt in spitzem Winkel gegen die Parietalia empor, die in höherem Niveau liegen, verschmelzen, vom medianen Parietalloche der Epiphyse (siehe Kap. VI) durchbohrt sind und hinten schräge Ausläufer zum Squamosum entsenden. Postfrontale und Squamosum verbinden sich durch dünne frei geschwungene Spangen und umsäumen so die am Parietale entspringenden Kaumuskeln. Occipitale basilare, das kräftige Basisphenoid und das schmale Präsphenoid bilden den knöchernen Schädelboden. In der seitlichen Wand liegt nur das mächtige Prooticum und an der Stelle von Orbito- und Alisphenoid zieht ein graciler vertikaler Knochenstab — Columella zwischen Parietale und Pterygoid. Die beiden schmal halbrinnenförmigen Frontalia decken die platte Orbitalregion des Craniums. In der Mundgegend dominieren die mächtigen Maxillen; sie umsäumen die Nasenöffnung; ihr hinterer Rand stösst an das Präfrontale, Lacrymale und Jugale. Die Prämaxillen bleiben sehr klein und verschmelzen frühzeitig. Das hintere Stück der beweglichen Gaumenspange, Pterygoid ist an das plattenförmige, dem Squamosum beweglich eingelenkte und schräg vorgeneigte Quadratum gebunden und auf schräge ventrale Fortsätze des Basisphenoid sowie auf die Columella gestützt. Das Palatinum legt sich der Maxilla und dem Präfrontale an, der paarige Vomer zieht median von den Palatina zur Prämaxilla. Beide Knochenpaare stossen median zusammen. Zwischen Pterygoid einerseits, Maxilla, Jugale und Palatinum andererseits ist das Transversum eingeschoben. Jugale begrenzt den unteren Rand der Augenhöhle und ragt zum Postfrontale empor (manchmal verschmilzt es mit ihm, aber niemals reicht es zum Quadratum).

Schlangen.

Der Schädel ist flach und langgestreckt, vorne breit, hinten schmal cylindrisch. Die Hirnhöhle reicht bis zur Ethmoidalgegend. Das Knochengewebe wird elfenbeinhart. Die langen verschmelzenden Parietalia, welche das Occipitale superius teilweise decken, bilden den grössten Teil der Seitenwand, indem sie sich ventral herabbiegen. Auch die Frontalia krümmen sich ventral und stossen sogar unter der Basis des Vorderhirnes zusammen. Alisphenoid verwächst mit Prooticum, Orbitosphenoid ist recht klein. Das

lange Basisphenoid deckt den ventralen Rand der Parietalia und Frontalia. Postfrontale, an einer lateralen Nase des Parietale hängend, steigt ventral herab, ebenso ist das Präfrontale mächtig zur Seite gewölbt und umfasst die grossen Nasalia. An dem weit nach hinten ausgezogenen Squamosum gelenkt das wenig geneigte Quadratum, so dass die Maulspalte

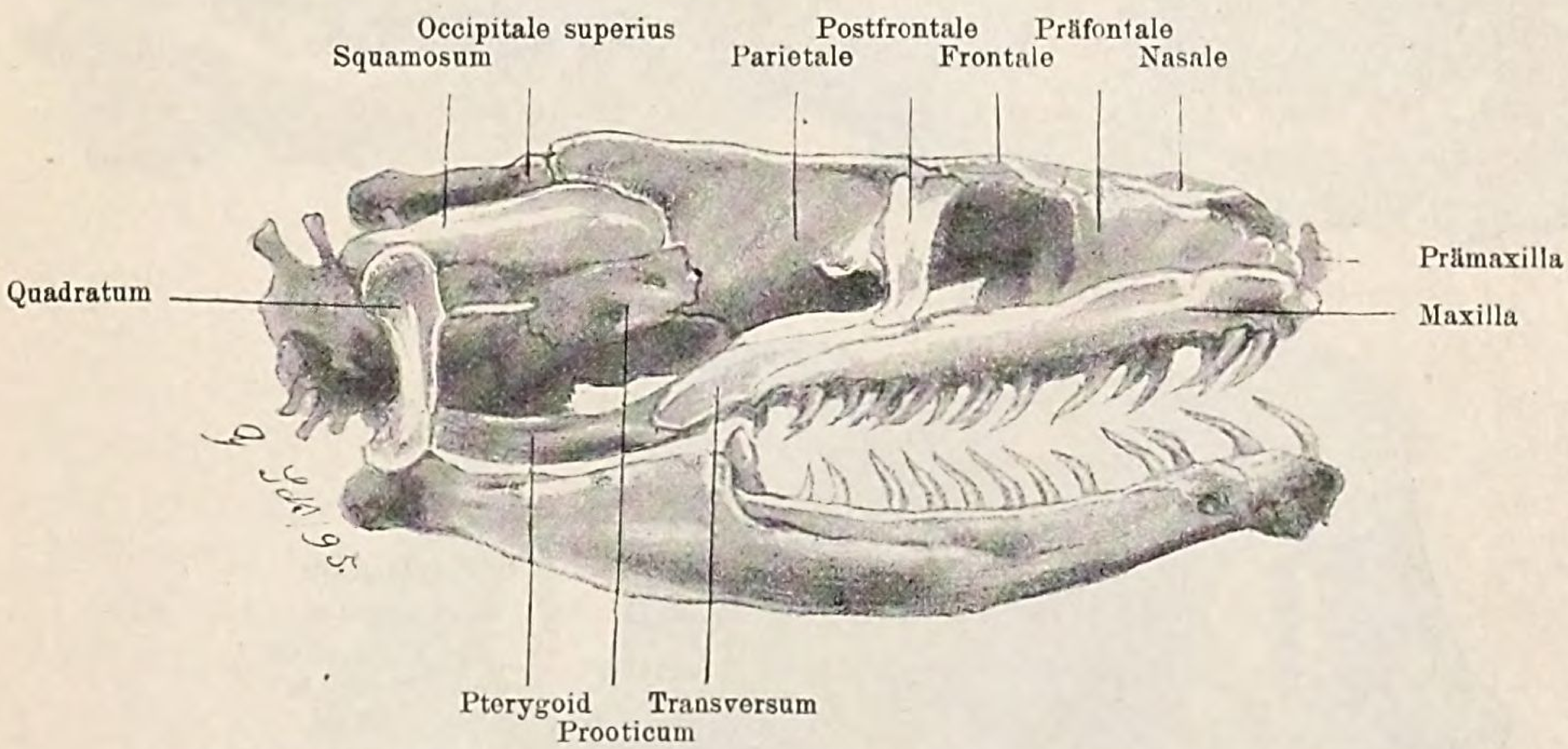


Fig. 23.
Schädel einer Riesenschlange. Natürl. Grösse.

enorm lang wird. Die Knochen des Palatoquadratbogens sind durch Bänder am Cranium befestigt und deshalb verschiebbar. Das Pterygoid gleitet auf kurzen Fortsätzen des Basisphenoid, Bandmassen knüpfen mediale Vorsprünge der Palatina an das vordere Schmalende des gleichen Basisknochens. Der Vomer liegt medial unbeweglich zwischen dem Vorderende der Palatina, die Prämaxillen sind schwach; die Maxillen aber lang und beweglich dem Präfrontale und der Prämaxilla verbunden, ein medialer Fortsatz stösst an das Palatinum, der hintere Rand an das Transversum, das vom Pterygoid zum Postfrontale herüberzieht. Das Jugale fehlt, ebenso die Brücke des Postfrontale zum Squamosum.

Schildkröten.

Beispiel: Trionyx gangeticus. Die Occipital- und Labyrinthregion des Schädels springt lateral weit vor, während Orbital- und Ethmoidalregion verkürzt sind. Die hintere Wand deckt Occipitale basilare und die breiten Occipitalia lateralia, welche auch auf die dorsale Decke übergreifen. Occipitale superius, das nur eine schmale Strecke des dorsalen Randes des Foramen magnum schliesst, liefert ein beträchtliches Stück der dorsalen Kapseldecke und liegt in einer Flucht mit den Parietalia, welche die vordere

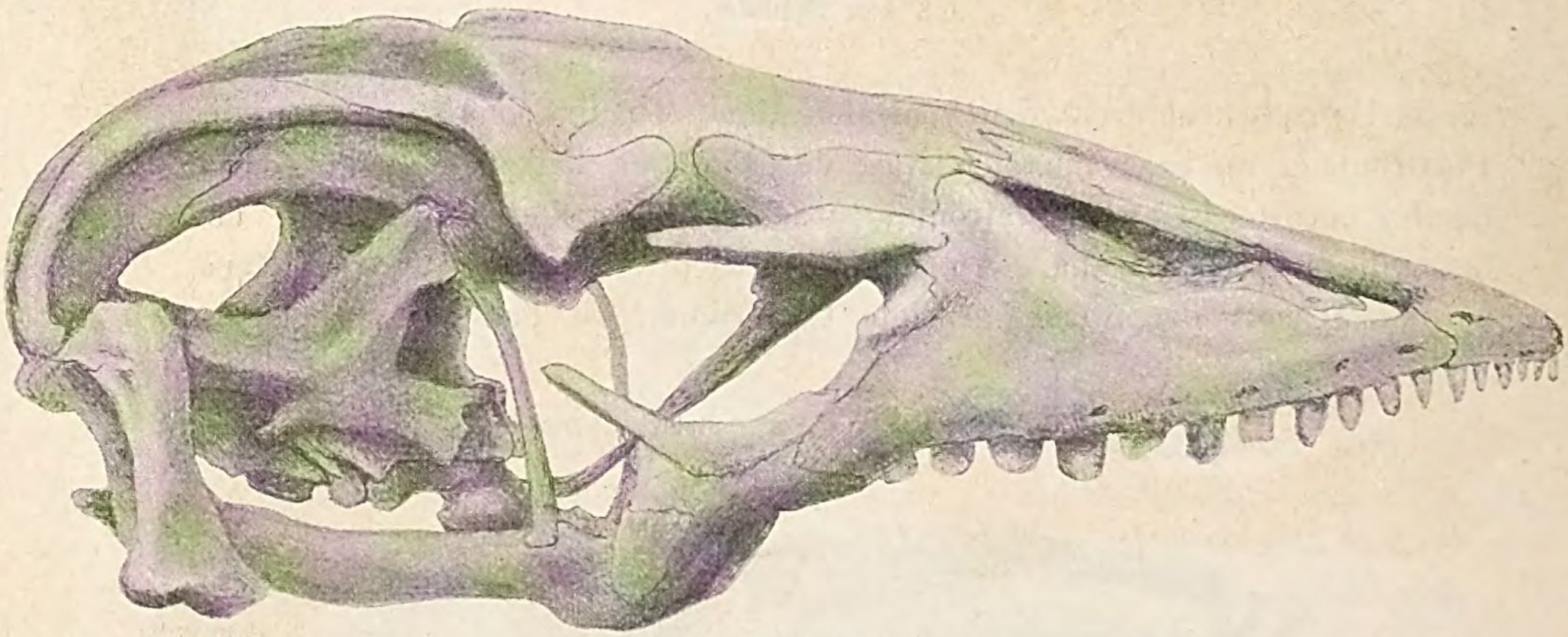
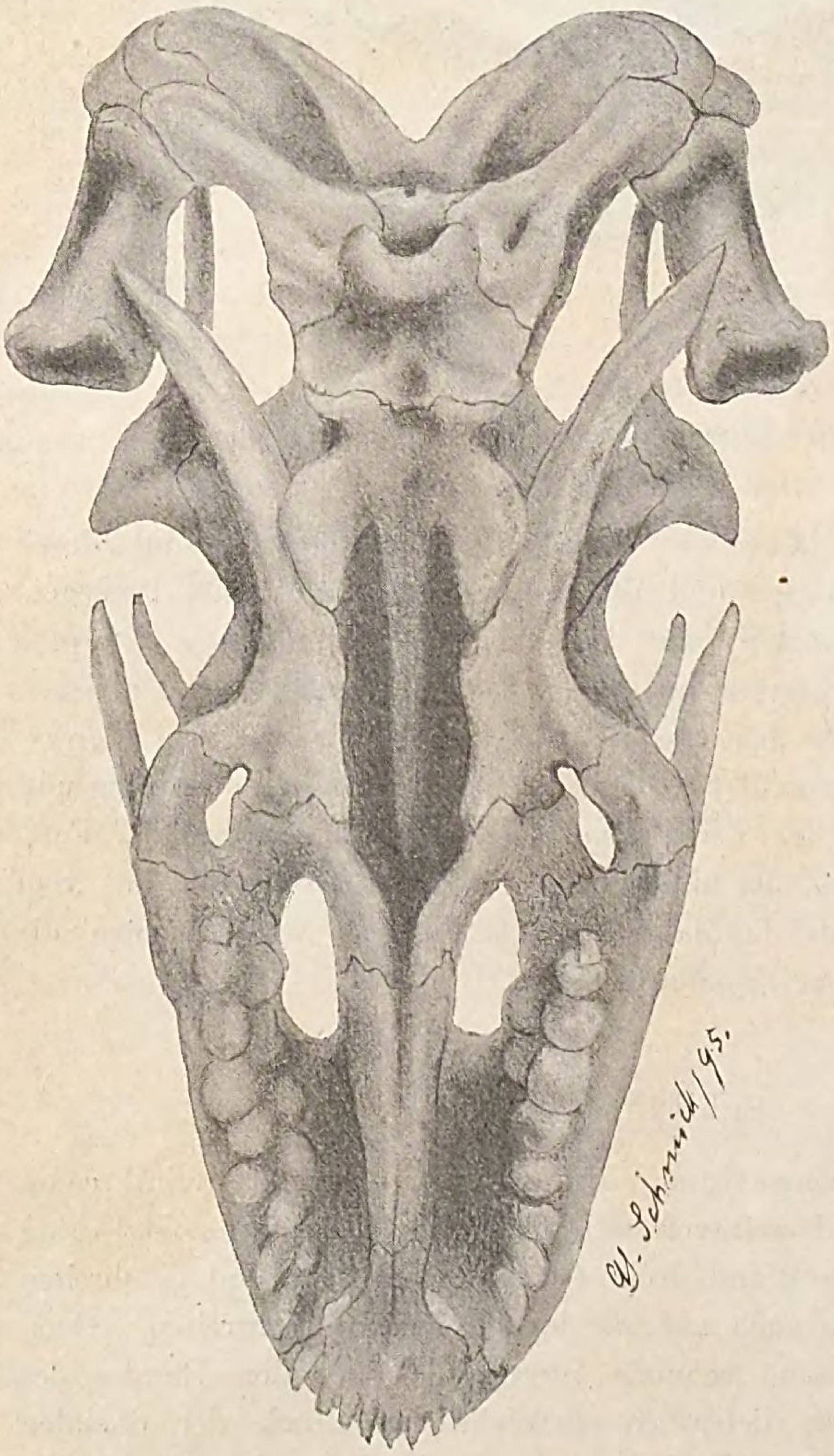


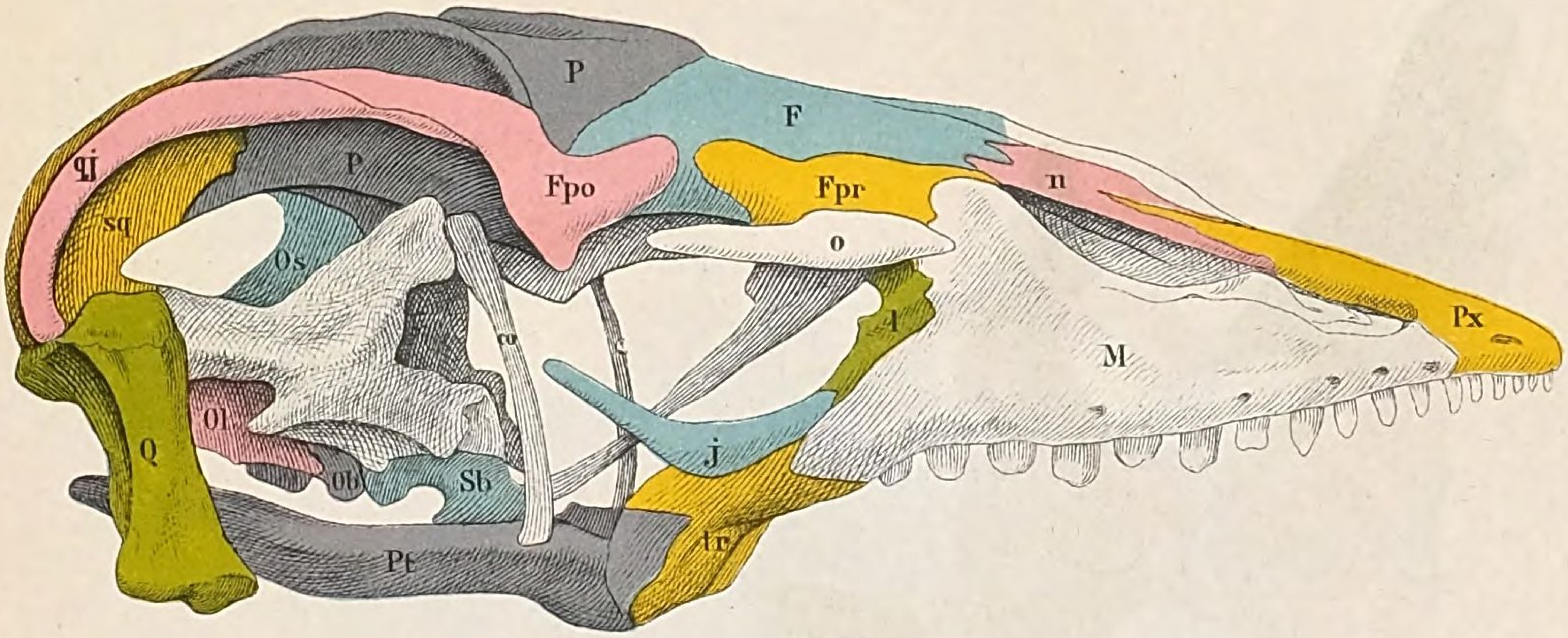
Fig. 24 (Profilansicht).

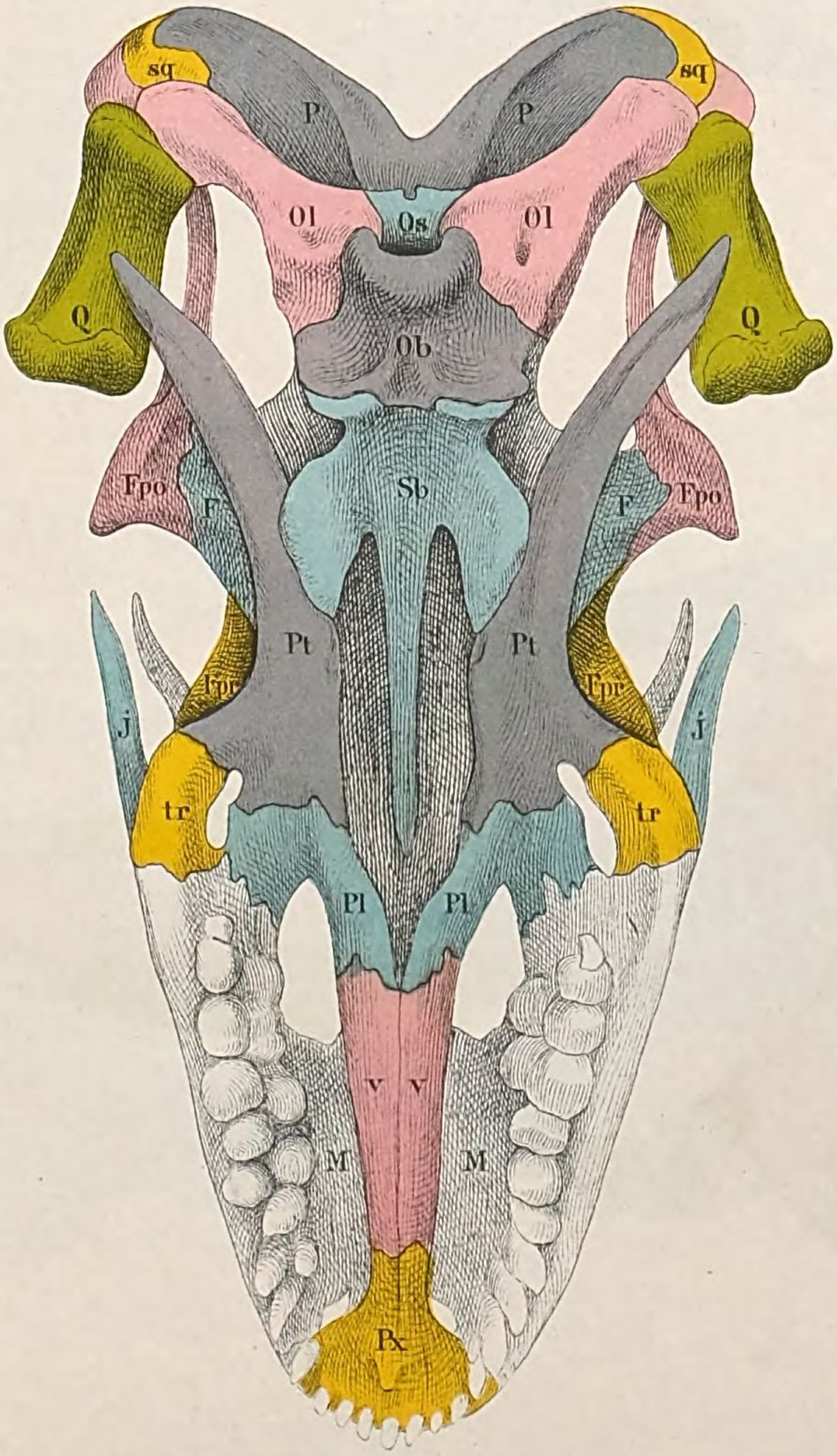


co Columella
F Frontale
Fpv Postfrontale
Fpo Praefrontale
j jugale
l Lacrymale
M Maxilla
n Nasale
Ob Occipitale basilare
Ol Occipitale laterale
Os Occipitale superius
P Parietale
Pl Palatinum
Pt Pterygoid
Px Praemaxilla
Q Quadratum
Sb Basisphenoid
sq Squamosum
tr Transversum
v Vomer

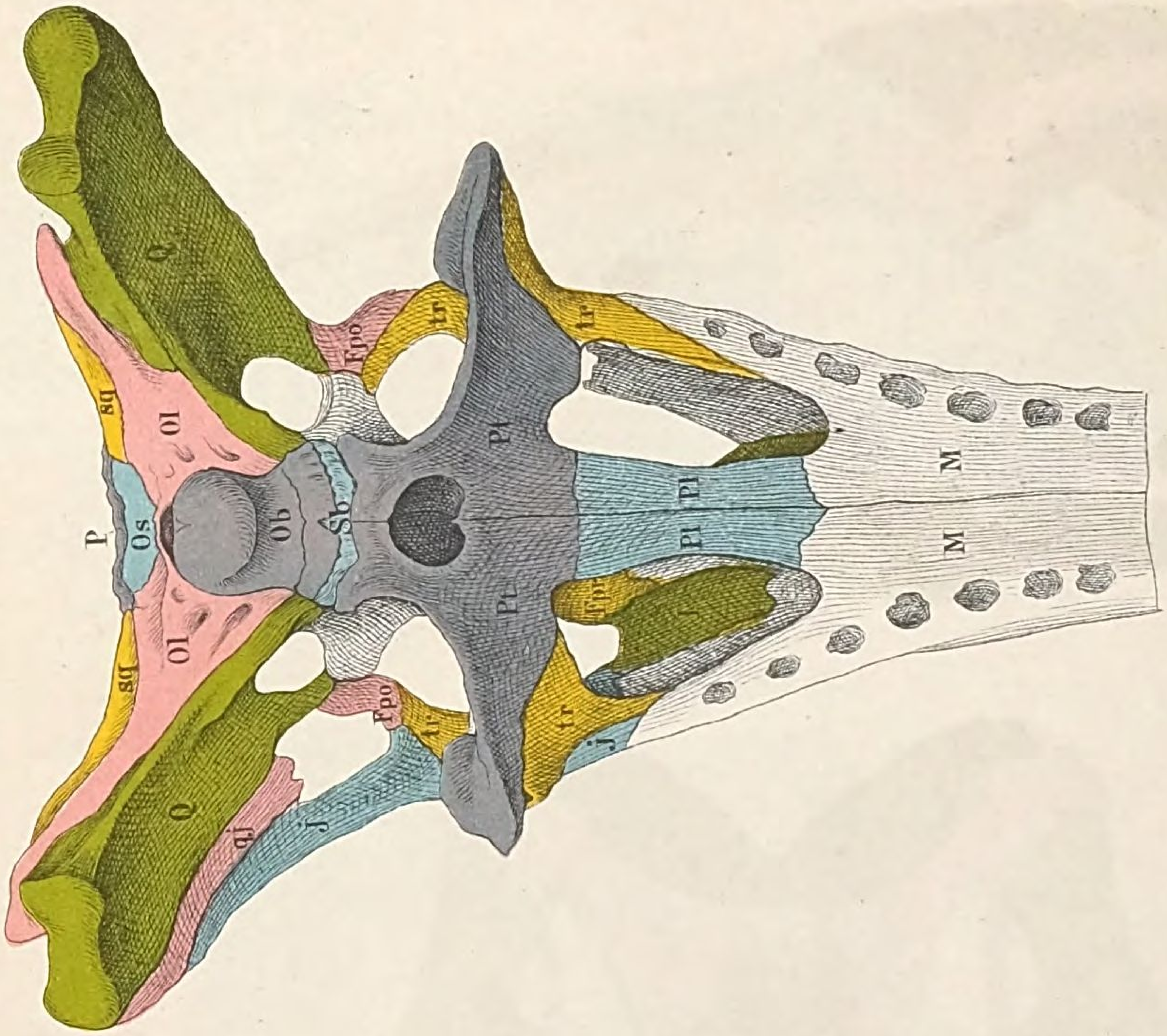
Fig. 25 (Ventralansicht).

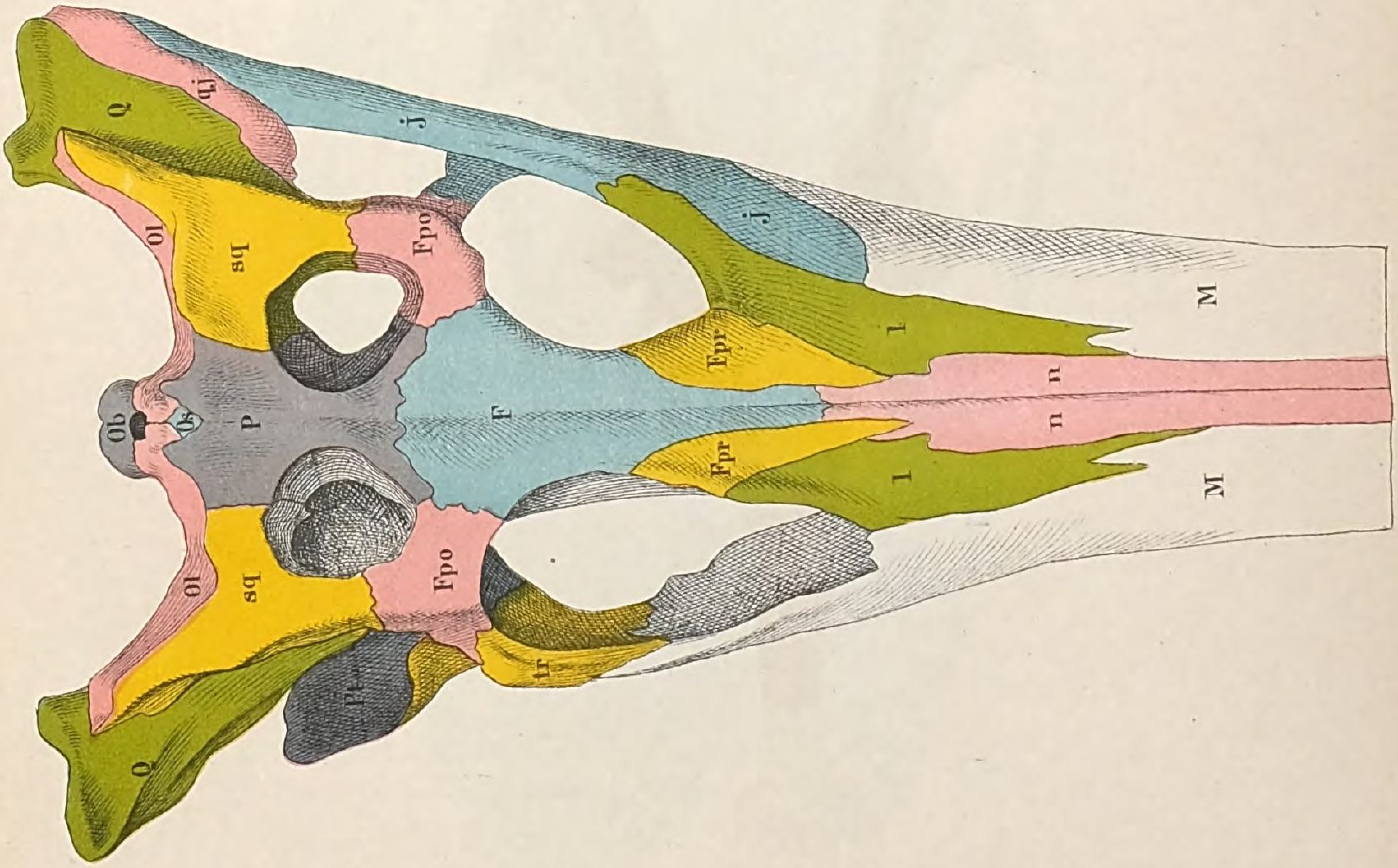
Schädel von Varanus ornatus. (Natürliche Grösse.)





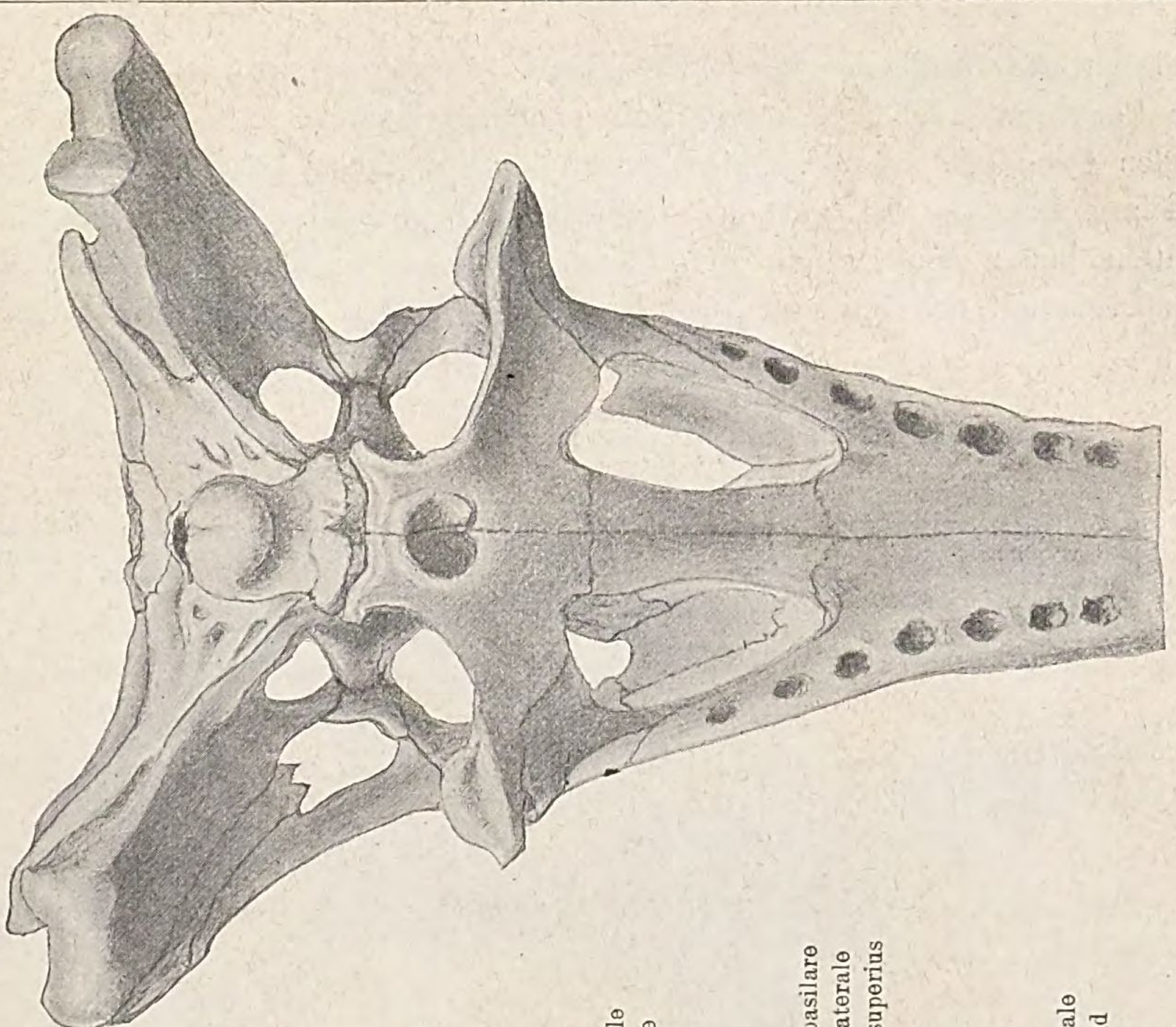
C. W. KREIDEL'S VERLAG IN WIESBADEN.





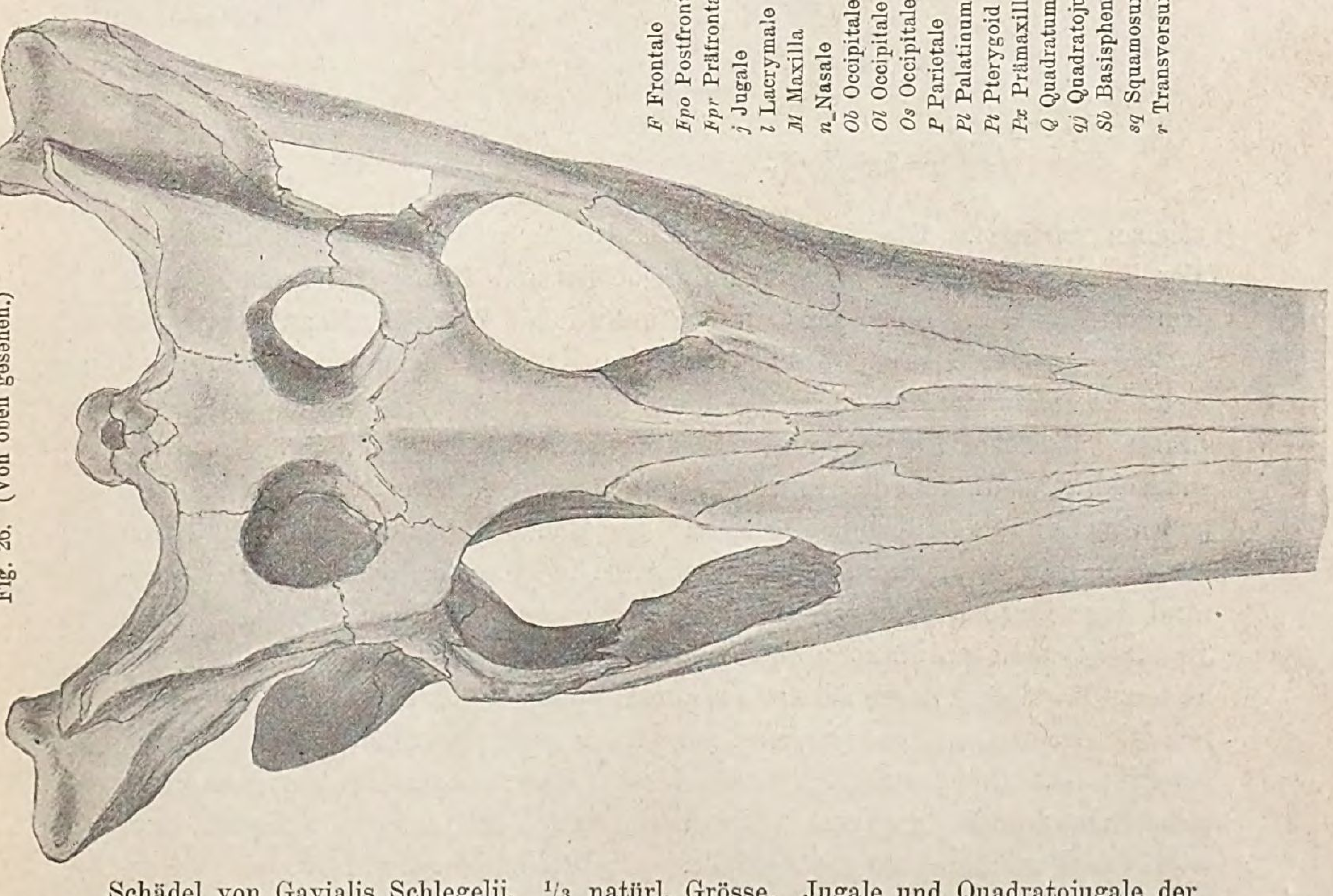
C. W. KREIDEL'S VERLAG IN WIESBADEN.

Fig. 27. (Schräg von unten betrachtet.)



F Frontale
Fpo Postfrontale
Fpr Präfrontale
j Jugale
l Lacrymale
M Maxilla
n Nasale
Ob Occipitale basilare
Ol Occipitale laterale
Os Occipitale superius
P Parietale
Pl Palatinum
Pt Pterygoid
Px Prämaxilla
Q Quadratum
qj Quadratojugale
Sb Basisphenoid
sq Squamosum
r Transversum

Fig. 26. (Von oben gesehen.)



Schädel von Gavialis Schlegelii. 1/3 natürl. Grösse. Jugale und Quadratojugale der rechten Seite sind weggenommen.

und seitliche Decke der Hirnhöhle bilden. Occipitale superius sowohl, wie die Parietalia erheben sich zu einem medianen Kamme. Die laterale Wand bilden Occipitale laterale, Opisthoticum und Prooticum, die Basis Occipitale basilare, Basisphenoid und das knorpelige Alisphenoid. Laterale Knochenplatten hinter der Orbitalregion, deren Homologie noch unklar ist, verschmelzen mit den Parietalia, so dass diese bis zur Schädelbasis herabzu-

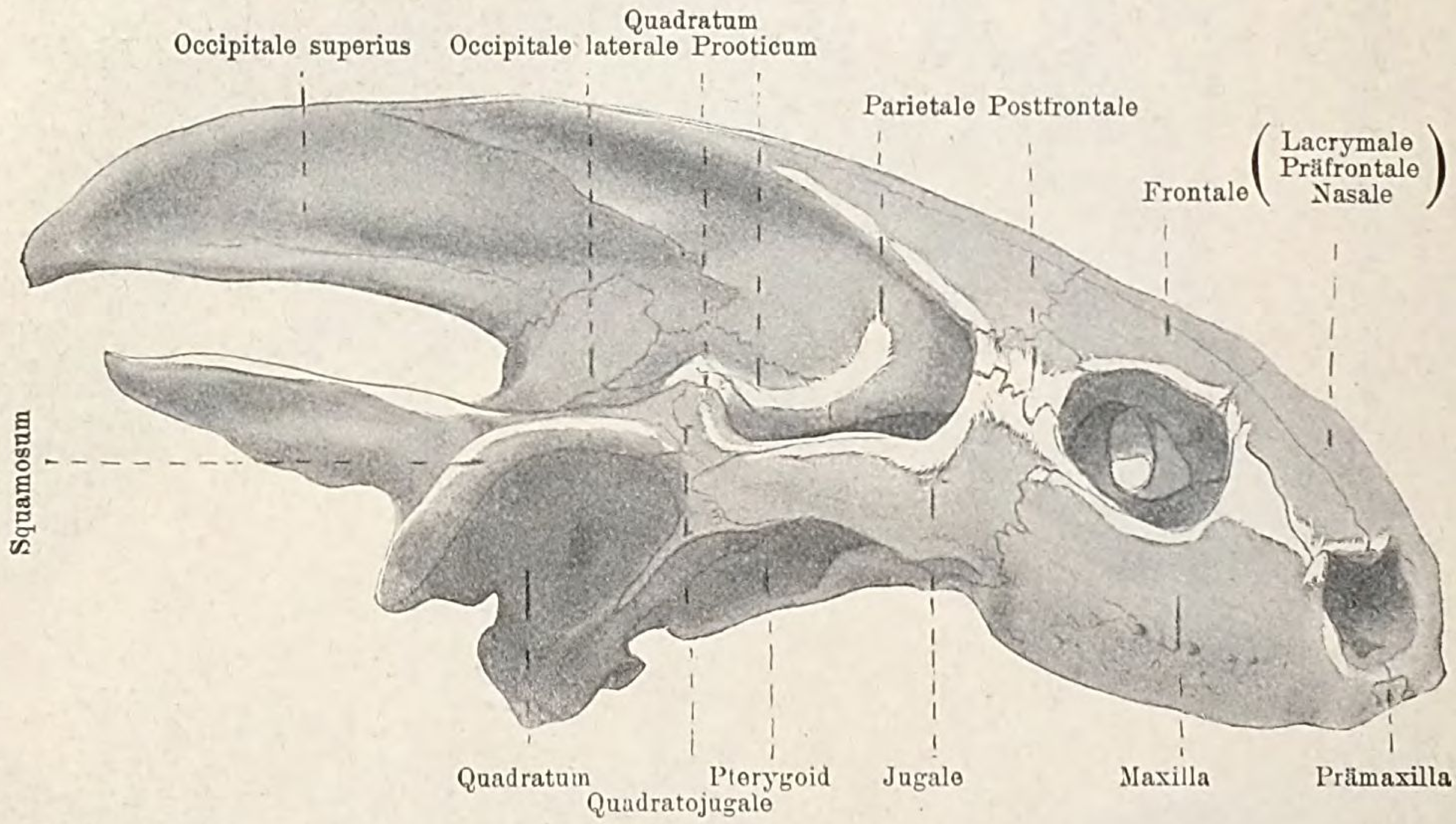


Fig. 28.

Schädel von Trionyx gangeticus. 3/4 natürl. Grösse.

reichen scheinen. Die Frontalia sind kurze breite Platten der Orbitalregion. Vor ihnen streichen zwei Knochenplatten bis zum oberen Nasenrand, welche dem Präfrontale, Lacrymale und Nasale der übrigen Reptiliengruppen homolog zu setzen sind. Die Stücke des Kiefergaumenapparates sind sowohl untereinander als dem Cranium unbeweglich verbunden: Das Quadratum mit dem Prooticum und Squamosum, das Pterygoid mit dem Basisphenoid, Quadratum, den ventralen Fortsätzen des Parietale, dem Maxillare und Jugale; die halbrinnenförmigen die Choanen umsäumenden Palatina mit dem Pterygoid, Maxilla und Vomer. Die schmalen den unteren Nasenrand begrenzenden Prämaxillen sind den grossen Maxillen eingekeilt. Das Jugale ist zwischen Maxilla und Postfrontale eingeschoben und schliesst den hinteren Rand der Augenhöhle; sein lateral-kaudaler Fortsatz hängt an einem Schaltknochen-Quadratojugale, der wieder am Squamosum und Quadratum befestigt ist. So spannt sich eine seitliche Knochenbrücke vom Quadratum zum Orbitalrande, dagegen fehlt die direkte Verbindung des Squamosum mit dem Parietale und Postfrontale. An Stelle eines gesonderten Transversum berührt das Pterygoid direkt Jugale und Maxilla.

Bei den Seeschildkröten wölbt sich der dorsale Rand des Squamosum, Postfrontale und Parietale zu einem die Schädelkapsel überspannenden Knochenzelt.

Krokodile. (Fig. 26, 27 u. Taf. III.)

Beispiel: Gavialis Schlegelii. Die Schädelhöhle ist so klein, dass Frontale und Squamosum kaum zur Begrenzung derselben dienen. Das winzige Occipitale superius umsäumt nicht das Foramen magnum. Die Occipitalia lateralia laden seitlich, das Occipitale basilare ventral aus. Basi- und Präsphenoid sind kurz. In der seitlichen Wand des Hirnschädels, den Parietalia anstossend liegt an Stelle der Alisphenoidea je eine grosse Knochenplatte, deren Deutung unsicher ist. Die imposante Grösse des Gesichtsschädels ist der mächtigen Entfaltung der Kiefergaumenknochen, deren Prämaxillen, Maxillen, Palatina und Pterygoidea durch mediane Nähte gefestigt werden, und der anliegenden Deckknochen zu danken. Das Quadratum ist starr dem Occipitale laterale und Squamosum eingefügt und sendet einen ventralen Fortsatz an das Basisphenoid, dem sich die viereckigen gekrümmten Platten der Pterygoidea fest anschmiegen. Letztere umranden die weit zurückgeschobenen Choanen. Gestützt auf ventrale Zapfen der Präfrontalia strahlen die Palatina zu den Maxillen, mächtigen lateral verbreiterten Platten, welche dorsal an die schmalen langen Nasalia, Lacrymalia und Jugalia stossen. Die kräftigen Prämaxillen bilden die Schnauzenspitze und umsäumen die Nasenöffnung. Das Vorderende der Pterygoidea und die Mitte der Palatina sind auf ventrale Pfeiler der Präfrontalia gestützt. Zwischen Pterygoid, Maxilla, Jugale ist das Transversum eingeschoben, es steigt sogar zum Postfrontale auf, zugleich mit dem anliegenden Jugale und trennt so die Augenhöhle von der Schläfengrube. Das Jugale ist hinten durch das Quadratojugale mit dem Quadratum fest verknüpft. Kurze Brücken zwischen Postfrontale und Squamosum begrenzen kleine obere Schläfenlöcher. Den paarigen Vomer verdecken ventral die Palatina und Pterygoidea, er scheidet die langgezogenen Nasenkanäle. Squamosum, Quadratum und Occipitale laterale verdecken die otischen Knochen.

Aves.

Beispiel: Gallus domesticus. Mit der mächtigen Entfaltung der Hirnblasen wächst das Volumen der Schädelkapsel, die so gestellt wird, dass ihre Achse gegen die Achse der Wirbelsäule abgeknickt ist. Die knorpelige Basis und die häutige Decke des Hirnschädels verknöchern rasch, die dünnen Knochen werden frühzeitig zu einer einheitlichen Schale zusammengeschweisst und ihre ursprüngliche Parzellierung verwischt. In der Orbitalgegend wird der Schädel in eine schmale, die Augenhöhlen trennende vertikale Scheidewand — Septum interorbitale komprimiert. Die grosse rundliche Hirnkapsel wird vorne von den ventral gekrümmten Frontalia und den grossen Alisphenoidea, seitlich vom Squamosum geschlossen; die Parietalia bleiben klein. Die vier Occipitalia umsäumen das vertikale (bei anderen mehr horizontal

stehende) Foramen magnum, das untere und die seitlichen Occipitalia bilden den einfachen Gelenkkopf. Die Knochen der Labyrinthregion verschmelzen und bleiben in der Tiefe der Seitenwand liegen. Das Basisphenoid bildet die breite Basis, während das Präsphenoid als ein langer schmaler Kamm unter

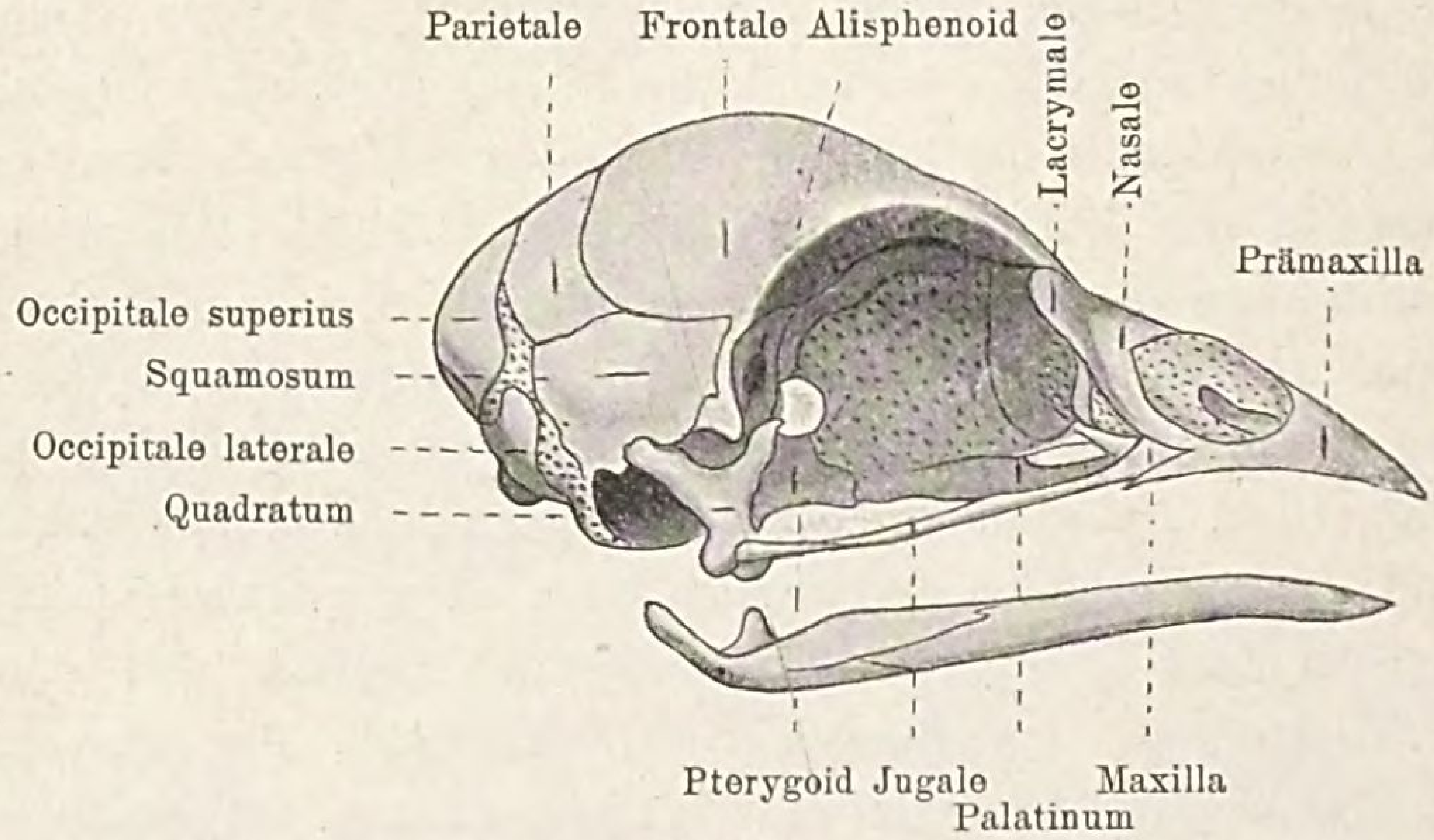


Fig. 29.

Schädel eines jungen Huhnes. Nach Parker (9/5).

dem Septum interorbitale nach vorne zieht, Lacrymale hängt als kurze kaudal schauende Nase am vordern Augenrande. Die Nasenlöcher stehen an der schrägen lateralen Wand der Ethmoidalregion, hinten umsäumt von den Nasalia, vorne von den Prämaxillen. Letztere sind spitz ausgezogen und stellen das kräftige Knochenskelet des Oberschnabels dar. Sie laufen zwischen den Nasalia bis zum Rande der Frontalia, um mit ihnen in federnde Verbindung zu treten. Während die Knochen des Hirnschädels fest verschmelzen, bleiben die Elemente des Palatoquadratbogens in hohem Grade frei beweglich. Ihre vorderen Stücke, Prämaxilla und Maxilla wirken samt dem Unterkiefer als federnde Greifzangen und der Schnabel wird deshalb geschickt, alle Arbeiten auszuführen, die sonst von der vorderen Extremität geleistet werden. Das dreizackige Quadratum gelenkt am Squamosum ein; die Pterygoidea gewinnen eine mediale Gleitfläche am Präsphenoid. Von hier ziehen die parallelen Palatina gegen die kleinen Maxillen. Vom lateralen Höcker des Quadratum geht eine zarte Knochenspange des Quadratojugale und Jugale zum hintern Maxillarrande. Der paarige dem Hinterende der Palatina eingekeilte Vomer verschmilzt zu einer senkrechten Platte und ragt aufwärts in die Scheidewand der Nasenhöhlen. Die Deckknochen und paarigen Hälften des Unterkiefers verwachsen ebenfalls. Reste des Hyoidbogens und eines Schlundbogens bilden das Zungenbein.

Säugetiere.

Beispiel: Canis familiaris. Die weite Schädelkapsel wird nur in den Bezirken der Knorpelknochen knorpelig angelegt, die übrigen Bezirke

sind häutig. Rasch verknöchert alles, knorpelige Reste dauern nur in der Ethmoidalgegend. Die meisten Knochennähte bleiben bis ins späte Alter deutlich, nur an etlichen Gegenden verschmelzen benachbarte Knochenplatten rasch mit einander. Die seitlichen Occipitalia, deren symmetrische Gelenk-

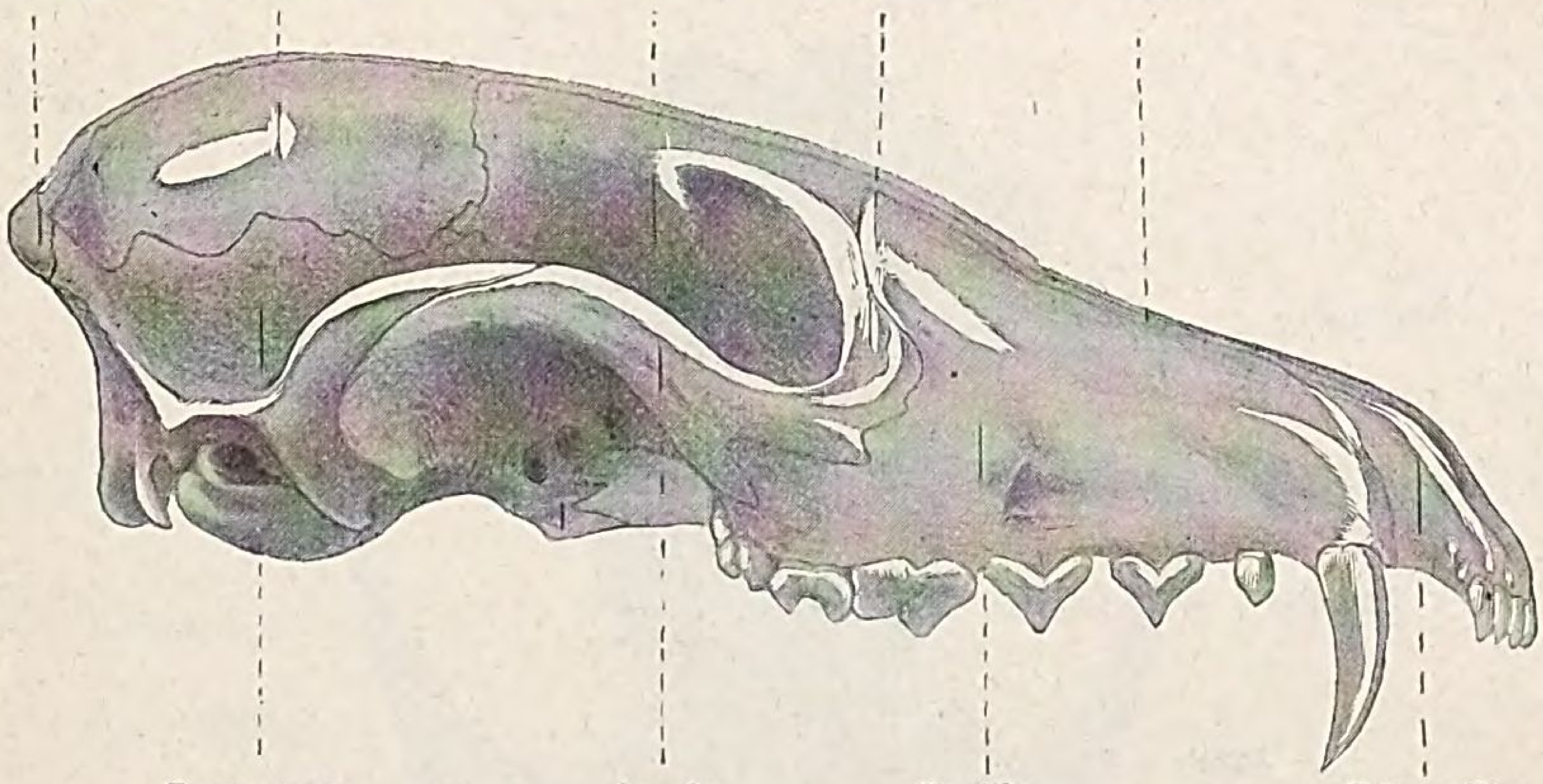


Fig. 30.

Hundeschädel von der Seite gesehen. (2/3).

höcker am Atlas artikulieren, verwachsen mit Occipitale basilare und superius zur Hinterhauptsschuppe, die Knochen der Labyrinthregion zum Felsenbein und letzteres mit dem Squamosum und dem neu auftretenden blasenförmigen Tympanicum zum Schläfenbein; ferner verschmelzen zunächst Basisphenoid mit Alisphenoid (bilden die Schläfenflügel Alae temporales) und Präsphenoid mit Orbitosphenoid (kleine Flügel, Alae orbitales), endlich alle Sphenoidea zu einem Keilbeine. Das Alisphenoid treibt ventrale absteigende Fortsätze, denen sich die kleinen Pterygoidea anlegen. Die grossen gewölbten Parietalia und die Frontalia bilden das Schädeldach. Die walzige Ethmoidalregion des Knorpelschädels, welche die mächtig entfalteten Nasenkanäle umschliesst, verknöchert. Ihr die Schädelhöhle vorne abschliessender Teil ist von zahlreichen Löchern durchbohrt — Siebbein und an drei Streifen der Seitenwand wachsen gekrümmte Leisten vor: — Nasenmuscheln. Die hinteren Elemente der Kiefergaumenreihe bleiben unscheinbar, nur die vorderen Stücke: Prämaxille, Maxille und Palatinum werden mächtig, alle aber der Schädelbasis fest angefügt und meist in mediane Naht gebracht. Das unbedeutende Quadratum verliert seine Funktion als Träger des Unterkiefers und wird ein Glied der Gehörknochenkette. Die Pterygoidea, unbedeutende vertikale Lamellen verwachsen mit den absteigenden Fortsätzen der Alisphenoidea. Die Palatina liegen am Präsphenoid und steigen zum Orbitosphenoid und Frontale empor. Die Maxillen werden seitlich erhöht und fest dem Nasale, Frontale und Jugale angenäht. Sie und die Palatina senden horizontale Platten gegen die Medianebene und

bilden dadurch ein die vordere Schädelbasis der Ethmoidalregion ventral verdeckendes Dach der Mundhöhle — harter Gaumen. Die Prämaxillen begrenzen den unteren und seitlichen Nasenrand. Die medianen vertikalen Platten des paarigen Vomer steigen von den Gaumenplatten der Palatina zu der Schädelbasis und scheiden die hinteren Enden der Nasenhöhlen. Das Jugale zieht

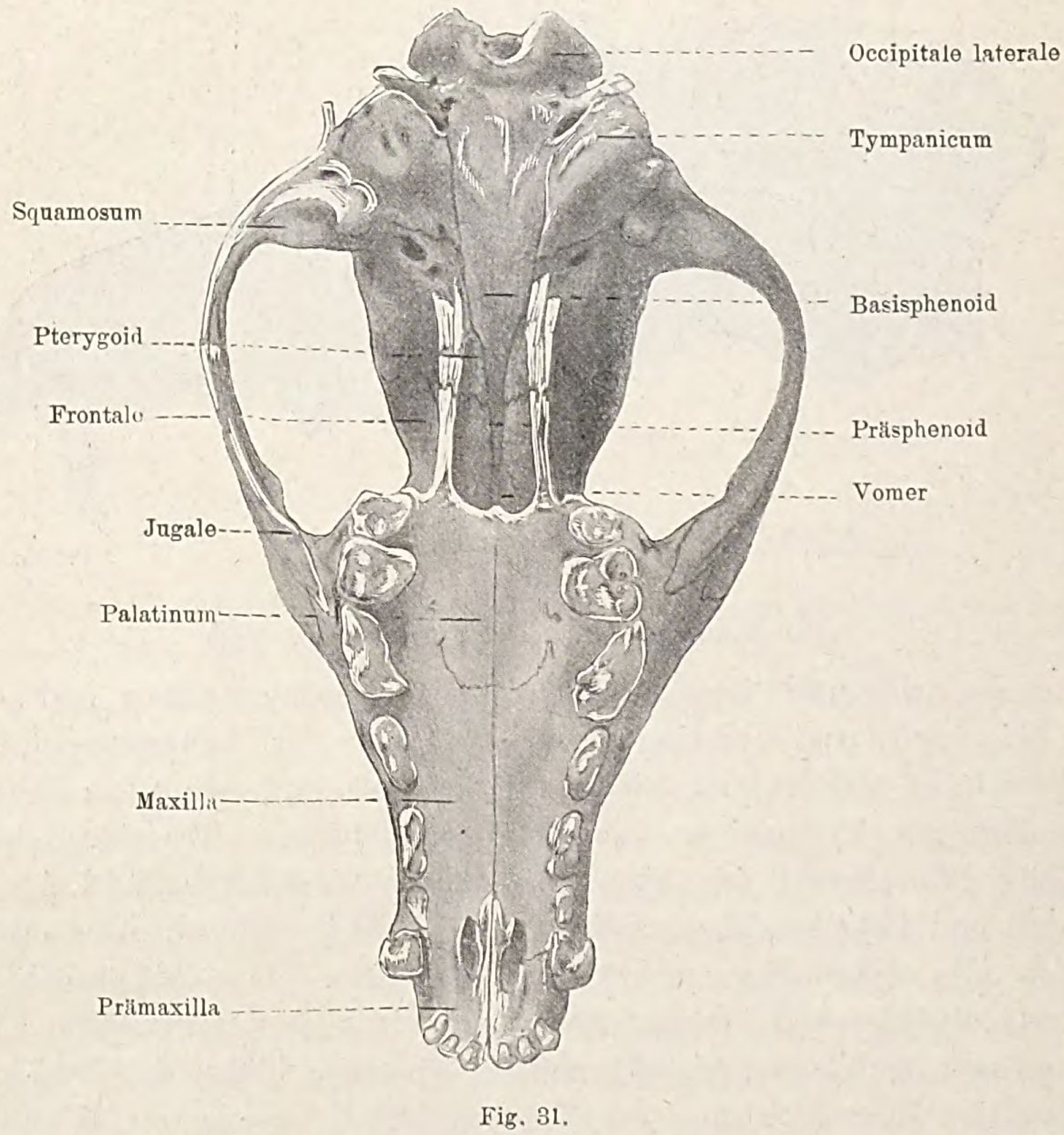


Fig. 31.
Hundeschädel von unten gesehen.

von Maxilla und Lacrymale zu einem lateralen Jochbeinfortsatz des Squamosum und umgrenzt so die Augenhöhle und Schläfengrube. Das Articulare des Unterkiefers wird abgetrennt, um wie das Quadratum schallleitende Funktion zu übernehmen; deshalb artikuliert der mächtige Deckknochen, Dentale des knorpeligen Unterkiefers direkt in einer queren vor dem Quadratum liegenden Pfanne des Squamosum.

Der erste und zweite Schlundbogen bilden ein einfaches gekrümmtes Zungenbein, dessen frühere Gliederung kleine (Hyoidbogen) und grosse (2. Schlundbogen) Fortsätze — Hörner andeuten. Das kleine Horn ist am Felsenbein des Schädels befestigt.

IV.

Der Darm.

Das Darmepithelrohr erhält eine dicke Hülle, indem sich Teile der dorsalen Cölomwand fest anlegen und das einschichtige Epithelrohr zu einem

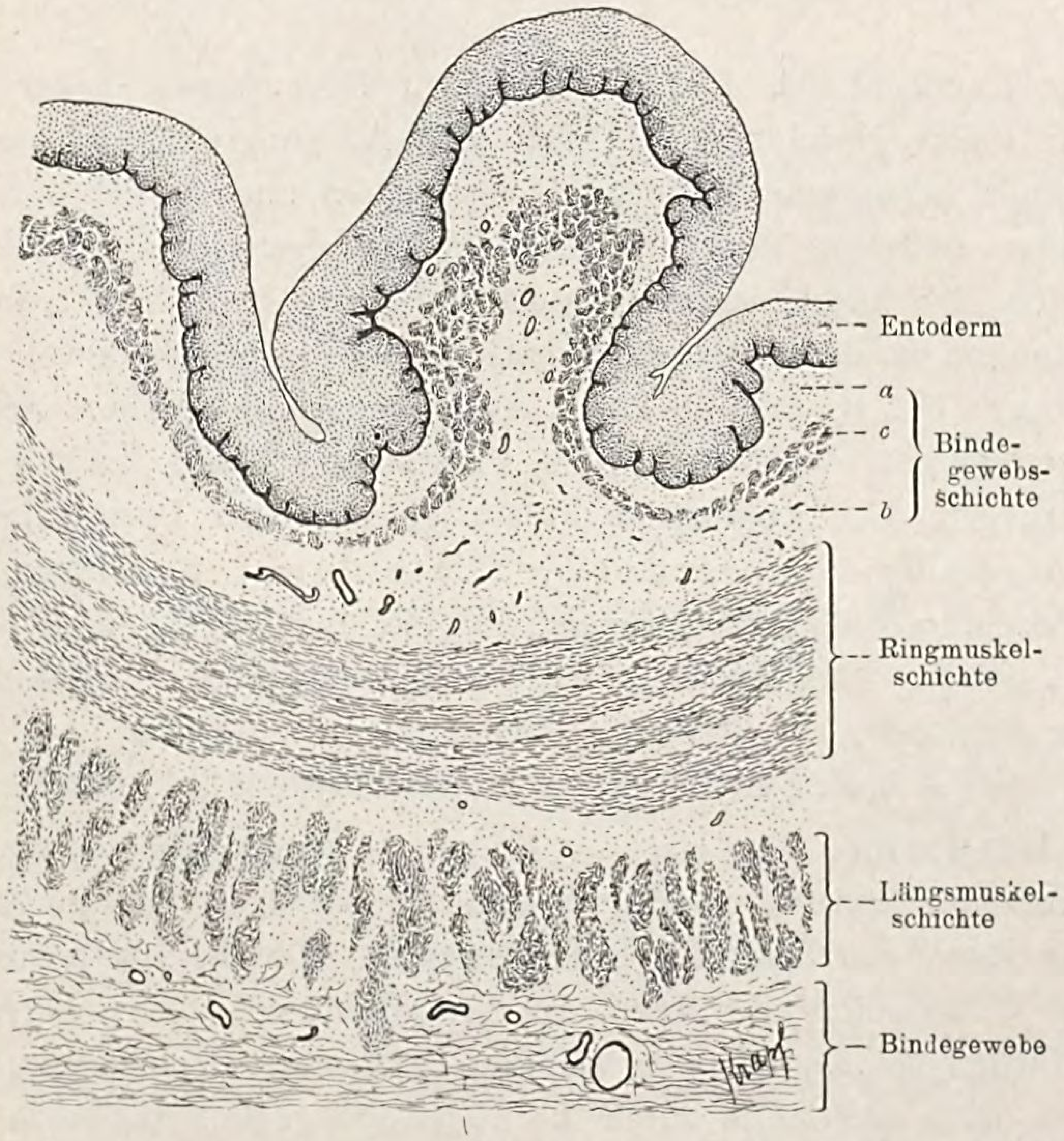


Fig. 32.

Durchschnitt der Vorderdarmwand (Speiseröhre des Hundes). 18 mal vergr. Das Entoderm ist mehrschichtig. Nach Böhm-Davidoff.

a dichtes Bindegewebe, das samt dem Entoderm die Mucosa bildet, *b* das lockere Bindegewebe der Submucosa, *c* Muskellagen.

starkwandigen Schlauche verstärken (Fig. 2, S. 3). Durch verschiedene Differenzierung der Zellen entstehen folgende Schichten (Fig. 32):

1. Das innere einschichtige (selten mehrschichtige), sehr häufig Drüsenschläuche treibende Epithel — Entoderm.
2. Bindegewebige Faserlagen.
3. Ein innerer Gürtel rings verlaufender glatter Muskelzellen.
4. Äussere Züge längs gerichteter glatter Muskelzellen.
5. Äussere Bindegewebslagen.

Anmerkung. Das Entoderm und die oberen dichten bindegewebigen Schichten, in welche die Drüsenschläuche einspringen, werden als Schleimhaut — Mucosa, die tiefen weitmaschigen Bindegewebsnetze als Submucosa bezeichnet.

Die dicke Darmwand geht unter beträchtlicher Abnahme ihres Dickendurchmessers dorsal in die Wand des Cölomsackes über als ein schmaler bindegewebiger Streif, der das Aufhängeband — Mesenterium des Darmes darstellt und Arterien, Venen, Lymphgefässe und Nerven in die Darmwand selbst eindringen lässt. In der Kopfregion ist das Darmepithelrohr den soliden Massen des Cölomsackes eingebettet und erhält von diesen seinen Mantel.

Der Darmschlauch ist in den ersten Lebenstagen immer blind geschlossen; später gewinnt er die Ein- und Ausgangsöffnung, weil Gruben der Epidermis gegen seine Blindenden vorwachsen und endlich durchbrechen: eine vordere zwischen den Hälften des Kieferbogens eindringende und der Schädelbasis sich anschmiegende Tasche — Mundbucht, Stomodaeum und eine hintere an der Grenze der Schwanzregion einspringende ventrale Grube — Aftergrube, Proktodaeum. Das Stomodäum erweitert sich zu einer breiten geräumigen Mundhöhle, das Proktodäum bleibt kurz cylindrisch. Einschnürungen oder ringförmige Falten gliedern den Darmschlauch selbst in drei Abschnitte: Vorderdarm, Mitteldarm, Enddarm. Mittel- und Enddarm werden meist länger als die Leibeshöhle und deshalb in Schlingen gelegt. Der Durchmesser des Darmschlauches wechselt in verschiedenen Regionen; Erweiterung, Verengerung, Ausstülpung und Krümmung einzelner Bezirke bedingen die grosse Mannigfaltigkeit seines Aussehens.

A. Mundhöhle. Das Dach — Gaumen der Mundhöhle wird von der Schädelbasis und den Platten der Palatoquadratreihe, ihr Boden vom Hyoidbogen, ihr Rand von den Kieferbogen gestützt. Da die klappenden Bewegungen des Unterkiefers die Mundweite verändern, sind die scherenartig bewegten Hälften des Kieferbogens wichtige Werkzeuge, Nahrung zu ergreifen. Sie werden darin unterstützt durch die Zähne (Fig. 83), welche in die Beute einhacken, sie festhalten, zerreissen, seltener zermalmen.

Zähne (Fig. 41) sind verkalkte Hartgebilde der Mundschleimhaut und aus drei in einander geschobenen Zonen zusammengesetzt: innen ein bindegewebiger Blut-,

[1]) Die Epithelwand beider Taschen versteift Bindegewebe des Cölomsackes. Diese zwei Schichten werden ebenfalls als Schleimhaut bezeichnet.

Lymphgefässe und Nerven führender Kern — Zahnpapille, umhüllt von einem Mantel aus Dentin, einer besonderen Art von Knochengewebe und darüber eine feste Schmelzschichte.

Zähne entstehen an der Grenze zwischen Epithel und Bindegewebe (Fig. 33). Beide Schichten beteiligen sich an ihrer Bildung. Ein napfartig ausgehöhlter Zapfen des Mund-

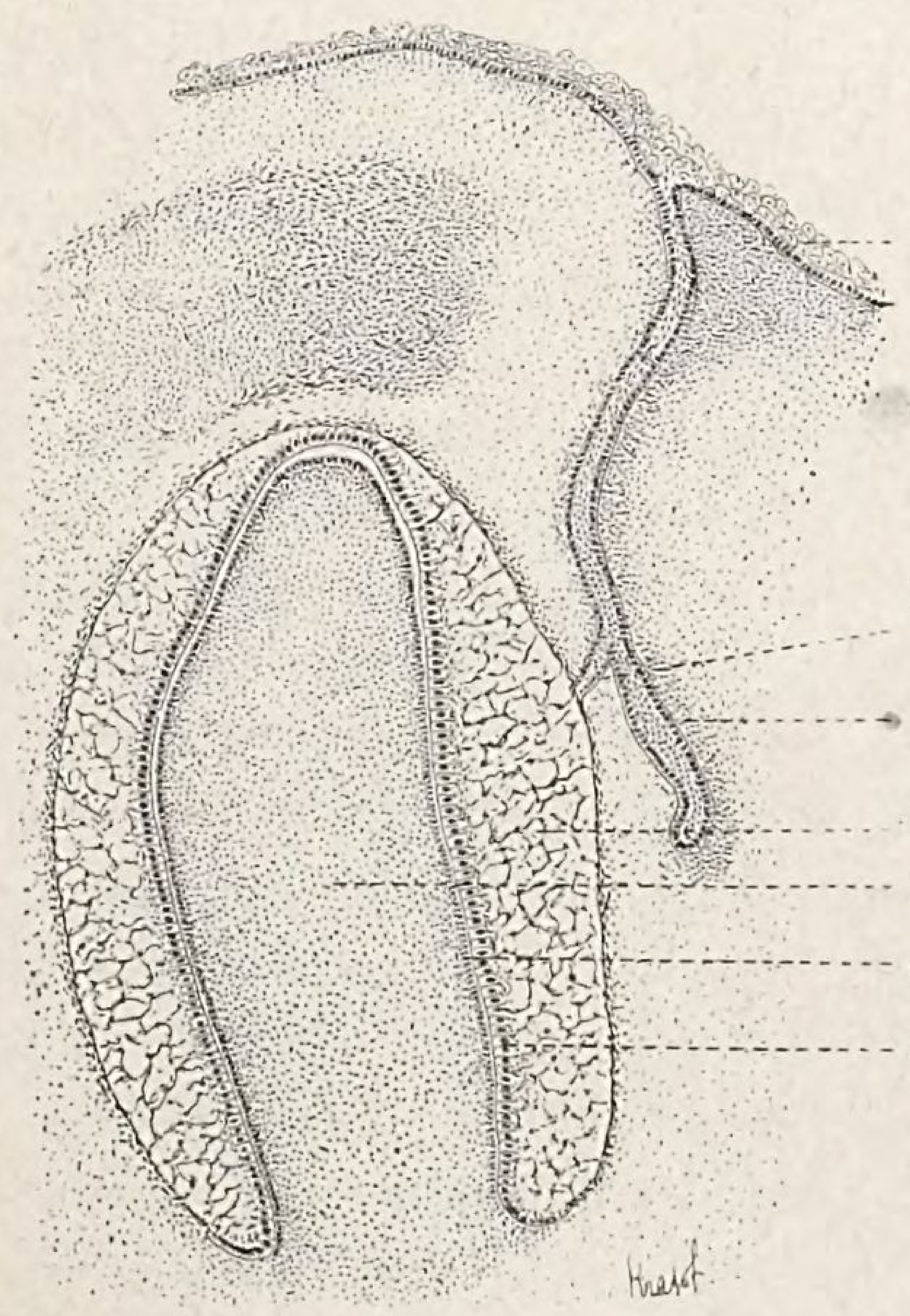


Fig. 33.

Schnitt durch einen in der Tiefe der Mundschleimhaut liegenden Zahnkeim eines Schafembryos. 40 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff.

epithels — Schmelzglocke umwächst einen bindegewebigen Höcker der Schleimhaut — Dentinpapille. Beide Teile wenden einander epitheliale Grenzflächen zu: die Epithelschicht der Dentinpapille, die Lage der kubischen Odontoblasten verknöchert, indem jede Zelle eine feine Röhre von Knochensubstanz, die sog. Dentinröhrchen ausscheidet. Die epitheliale Binnenschichte der Schmelzglocke, die Lage der cylindrischen Schmelzzellen überzieht den oberen Teil der Dentinoberfläche (Krone) mit Prismen von Schmelz, Email, während der untere Teil der letzteren (in der Tiefe der Schleimhaut) schmelzlos bleibt (er wird als Wurzel bezeichnet Fig. 41).

Wenn der Zahn später in die Mundhöhle vorgeschoben wird, geht die Schmelzglocke zu Grunde und der schmelzbedeckte Kronenteil wird entblösst, aber die untere Dentin-Wurzel bleibt in der Schleimhaut und wird durch Bindegewebe an die Knochen der Mundwand gekettet.

Zähne können an allen Stellen der Mundhöhle gebildet und den anstehenden Knochen in grösseren Haufen oder reihenweise angekittet werden. Am Mundrande entstehen sie immer längs einer in die Tiefe wachsenden Epithel-

leiste (Fig. 42) in mehreren Reihen hintereinander, von denen gleichzeitig mehrere (niedere Wirbeltiere) oder nur eine einzige Reihe funktioniert.

Die dorsale Wand der Mundbucht stülpt eine kleine Tasche — Hypophyse aus, welche die Basis des Knorpelcranium durchsetzt, sich einem ventralen Ausläufer des Zwischenhirnes — Infundibulum anlegt und endlich von der Mundhöhlenwand abschnürt.

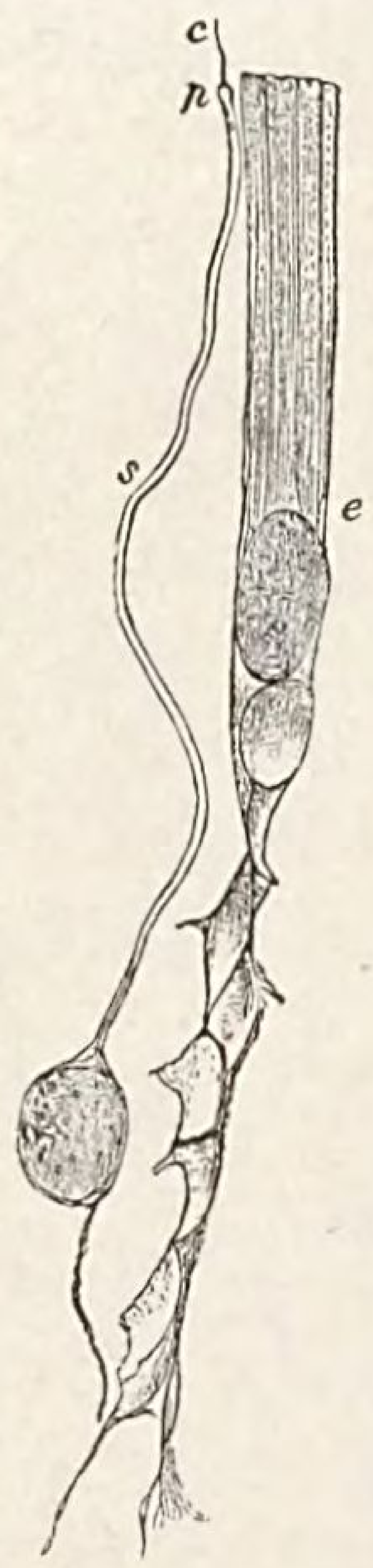


Fig. 34.
Epithelzellen der Nasengrube eines Salamanders. *s* Sinneszelle, *c* Sinneshaar, *e* einfache Epithelzelle.

In den muskulösen Boden der Mundhöhle ragt der Hyoidbogen und seine Copula und drängt die Schleimhaut über seinem Vorderrande als Wulst — Zunge empor. Muskeln strahlen in denselben und verleihen ihm Beweglichkeit. Im Epithel der Mundhöhle entstehen Sinneszellen als Endorgane der Geschmacksempfindung.

Vor dem Mundrande werden dem ethmoidalen Ende des Knorpelschädels paarige Gruben — Nasengruben eingebettet, deren Epithelkleid Sinneszellen (Fig. 34) differenziert, die mit dem ersten Hirnnerven verbunden werden und die Organe der Geruchsempfindung darstellen. Die Nasengruben brechen meist in die Mundhöhle ein durch Öffnungen — Choanen des Gaumendaches.

B. Vorderdarm. Der vordere breit gedrückte Abschnitt ist der Schädelbasis und den Schlundbogen wie Stützpfeilern innig angeschmiegt und besitzt allein Beziehungen zu Teilen des Skeletes. Sechs Paare seitlicher Ausstülpungen seiner Wand zwischen den Schlundbogen bilden die Schlundtaschen (Fig. 47).

Das	I.	Paar ist zwischen	Palatoquadratbogen	und	Hyoidbogen	eingeschoben.
„	II.	„ „ „	Hyoidbogen	und	I. Schlundbogen	„
„	III.	„ „ „	I. Schlundbogen	„	II. „	„
„	IV.	„ „ „	II. „	„	III. „	„
„	V.	„ „ „	III. „	„	IV. „	„
„	VI.	„ „ „	IV. „	„	V. „	„

Kleine dorsale paarige Knospen der Schlundtaschen bilden die Thymusdrüsen; eine unpaare ventrale Rinne des Schlunddarms in der Gegend der zweiten Schlundtasche die Anlage der Schilddrüse — Glandula thyreoidea; eine dorsale Ausstülpung die Schwimmblase der Fische und paarige ventrale Ausbuchtungen die elastischen Lungensäcke der Luftatmer (Fig. 48, *p*). Hinter den Schlundtaschen an der Grenze von Kopf und Rumpf verengt sich der Vorderdarm als die cylindrische Speiseröhre — Oesophagus. In der Leibeshöhle erweitert sich diese zu einem muskelstarken und drüsenreichen Sacke — Magen, Ventriculus, dessen enge vordere Öffnung — Magenmund, Cardia, dessen enger hinterer Ausgang —

Pförtner, Pylorus durch Ringmuskeln — Sphincter verschlossen werden kann. Der Magen krümmt sich meist in der Weise, dass sein Pylorus rechts geschoben wird. Nachdem in der Magenhöhle die Nahrung zerkleinert und durch das Sekret der Magendrüsen in einen Brei verwandelt ist, gelangt sie durch den geöffneten Pylorus in den

C. **Mitteldarm**, einen engen im Vergleich zu Vorder- und Enddarm stets am meisten verlängerten und deshalb vielfach gewundenen Schlauch, dessen Innenfläche Falten oder konische Zotten vergrössern. Am vorderen Ende (Fig. 1) entstehen paarige später reich verästelte Drüsenschläuche, die Leber — Hepar, deren voluminöse Masse ventral vom Magen liegt und ihn meist ganz verdeckt (Fig. 38, l). Ihr Sekret, die Galle fliesst durch den Gallengang — Ductus hepatoentericus in den Mitteldarm und wird dem Speisebrei beigemischt. Eine zweite traubig verästelte Ausstülpung wird die Bauchspeicheldrüse — Pancreas.

D. **Enddarm.** Da er gewöhnlich gerade zur Aftergrube verläuft, wird er auch Geraddarm — Rectum genannt. Sein hinterer Blindsack — Schwanzdarm kommuniziert während der Embryonalzeit durch den Canalis neurentericus mit dem Nervenrohre, schwindet aber bald vollständig. Meistens münden die Wolffschen und Müllerschen Gänge in den hintersten Abschnitt des Enddarms.

E. Die seichte ventrale **Aftergrube** an der hinteren Rumpfgrenze verschmilzt mit dem Enddarm und bildet die Ausgangspforte der unverdaulichen Nahrungsreste, des Harnes und der Geschlechtsprodukte.

Fische.

Die Nasengruben, deren Öffnungen oft durch Hautklappen verschliessbar sind, liegen vor dem Munde. Ihre Schleimhaut ist glatt oder in einfache oder rosettenförmig geordnete Falten erhoben. Nur bei den Lungenfischen brechen sie in die Mundhöhle durch. Die Mundhöhle ist kurz. Zahlreiche oft wechselnde, kegel- oder hakenförmige Zähne sind in der Schleimhaut verbreitet, welche den Palatoquadratbogen bezw. die Prämaxillen, Maxillen, Mandibeln, Palatina, Pterygoidea, Vomer und Parasphenoid überzieht. Der Zungenwulst ist nicht beweglich. Sechs bis fünf Paare Schlundtaschen werden gewöhnlich angelegt und immer mächtig entfaltet, hauptsächlich in der dorsoventralen und medio-lateralen Achse, dass sie höher als breit werden (Fig. 35, 47). Sie wachsen gegen die laterale Kopfhaut und brechen in den Schlundspalten nach aussen durch. So bilden sie Seitenstrassen, um das bei der Nahrungsaufnahme in den Mund eingesogene Wasser abzuleiten. Die Schlundbogen, welche zwischen je zwei Schlundtaschen nahe der Wand des Vorderdarmes dorsal steigen (Fig. 36, 19, 20), gewährleisten als feste Stützen des inneren Randes der Schlundtaschen die Durchgängigkeit der Schlundkanäle; sie können durch Muskeln genähert oder entfernt werden und so die Weite der Schlundtaschen verändern. Diese Kanäle sind die Stätten des respiratori-

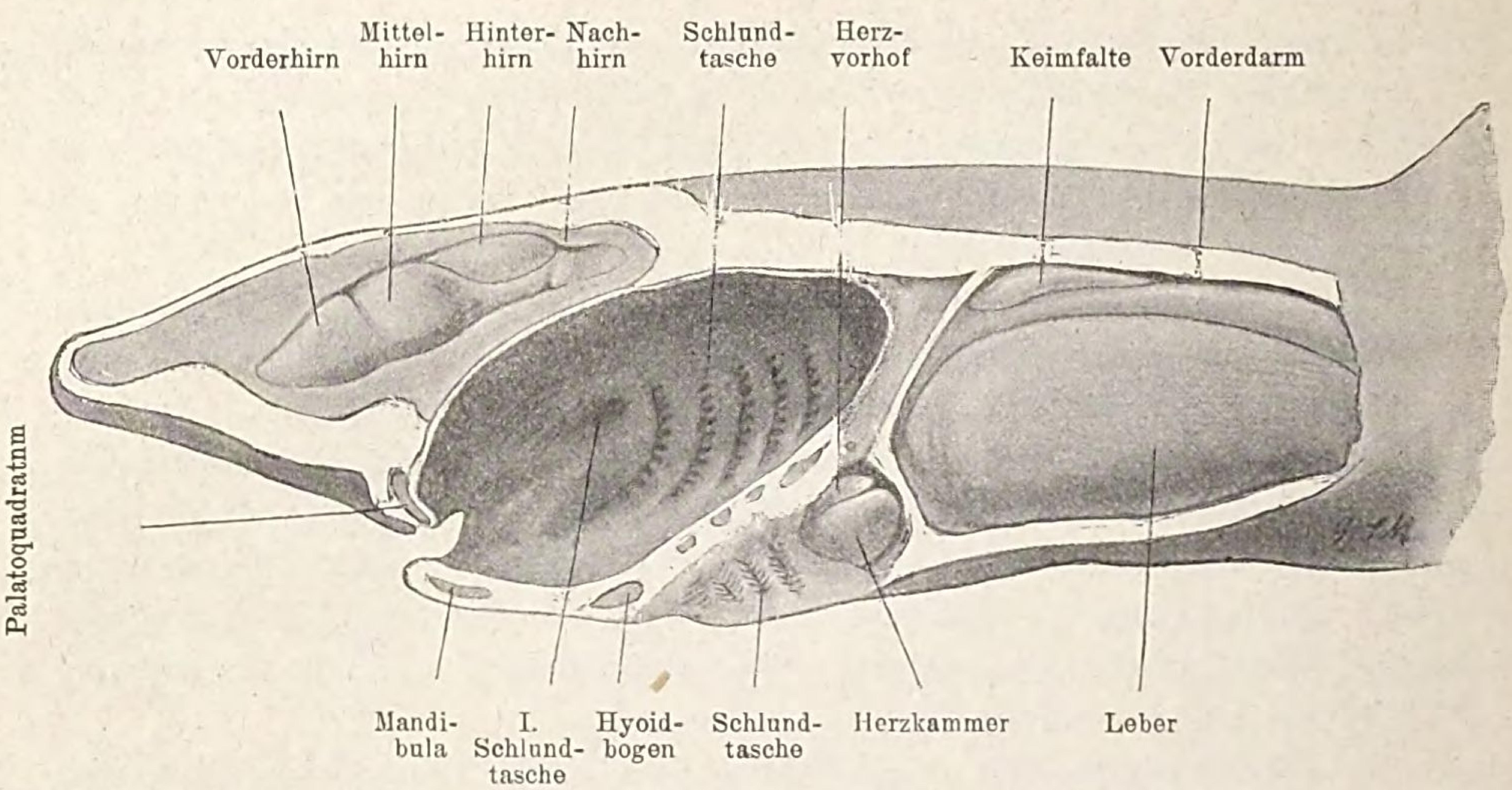


Fig. 35.

Medianschnitt durch die Kopfgegend eines Dornhaies (Embryo). Vergr. $1^1/_3$.

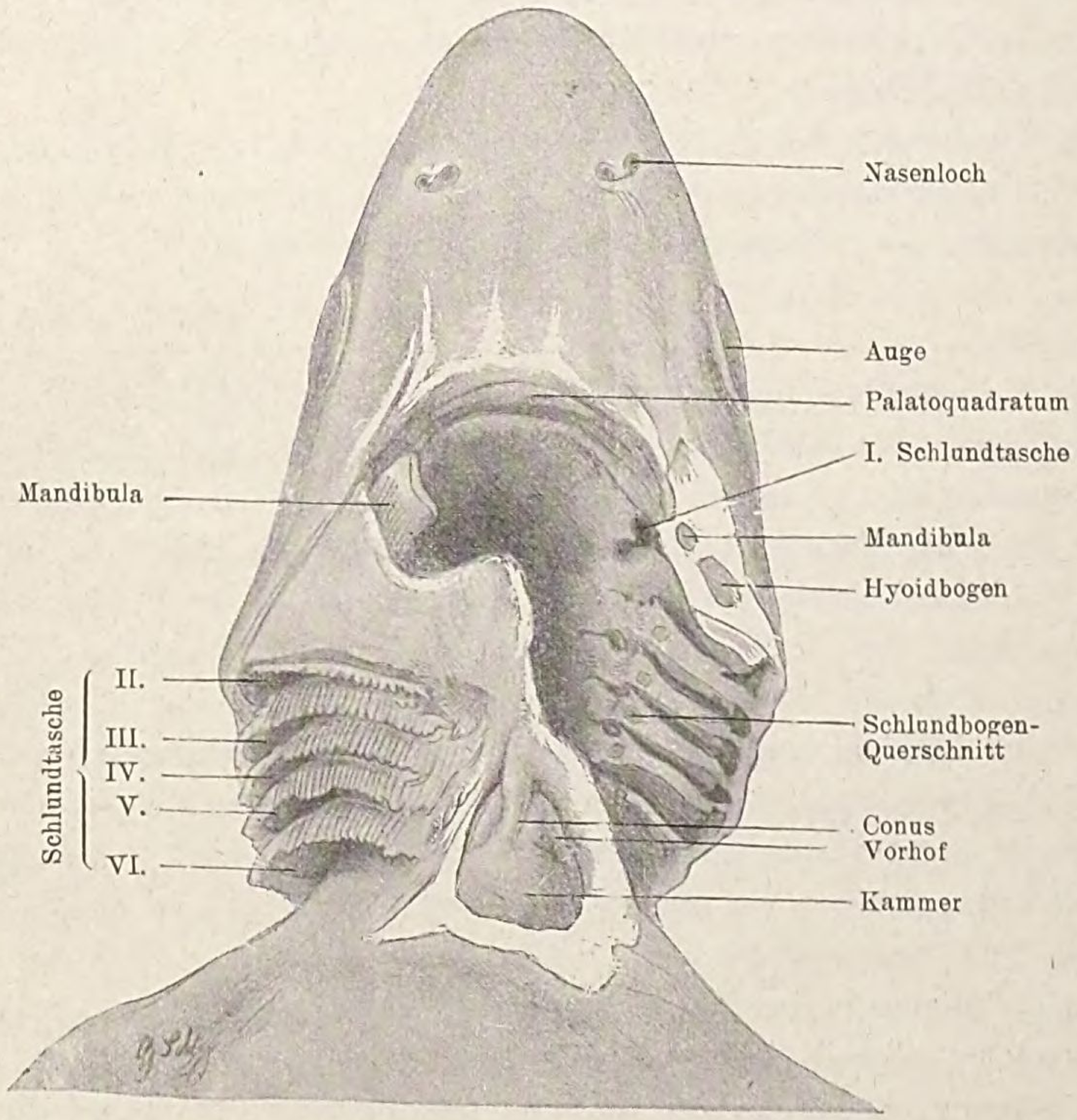


Fig. 36.

Kopfgegend eines Dornhaies (Embryo). Aus der linken Kopfwand ist ein Keil ausgeschnitten, um die Höhle des Vorderdarmes zu öffnen. Vergr. $1^1/_3$.

schen Gaswechsels: die vordere und hintere Wand — *Atemplatte* jeder Schlundtasche faltet sich in zahlreiche schmale Querleisten, die dorsal und ventral sehr viele kleine konische Fiederchen treiben — Bildungen, um die Oberfläche jener Bezirke und die Ausdehnung ihres Capillarnetzes zu mehren.

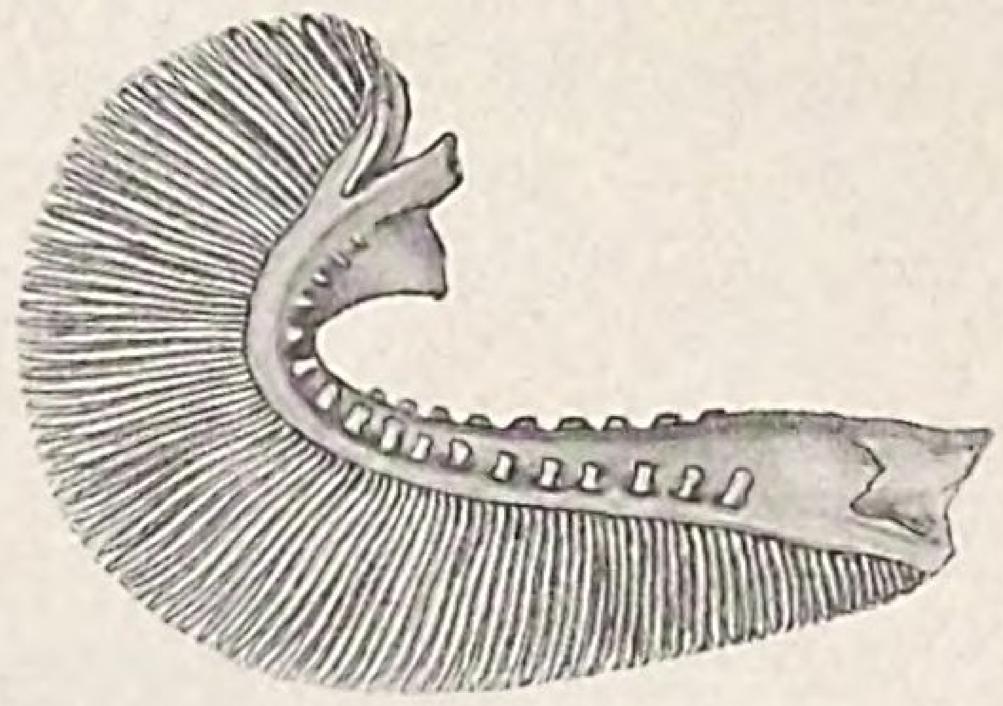


Fig. 37.
Atemplatte eines Weissfisches. Natürl. Grösse.

Da die Schlundtaschen dicht gedrängt stehen, erscheinen bei der Sektion eines älteren Fisches (Fig. 36) die anstossenden hinteren und vorderen Atemflächen zweier Schlundgänge als einheitliches dem zwischengeschobenen Schlundbogen verwachsenes Organ — *Kieme*, aber in Wahrheit bleiben sie immer geschieden durch eine bindegewebige Membran — *Septum interbranchiale*, die von knorpeligen jedem Schlundbogen aufsitzenden Strahlen gestützt wird; z. B. trägt der zweite Schlundbogen die hintere Atemplatte der zweiten und die vordere Atemplatte der dritten Kiementasche.

Diese Art der Kiemen — *gedeckte Kiemen* kommen bei **Haifischen** vor. Die erste zwischen Palatoquadratknorpel und Hyomandibulare liegende Schlundtasche (Fig. 36, 47), welche an der Dorsalfläche des Kopfes im sog. *Spritzloche* mündet, deshalb auch *Spritzlochkanal* genannt wird, beherbergt nur eine schwache Atemplatte — *rudimentäre Spritzlochkieme*. Da die zweite Kiementasche hinter dem Hyoidbogen liegt, trägt der kaudale Rand des letzteren nur *eine* Atemplatte. Gewöhnlich sind 5 (selten 6—7) respiratorisch wichtige Schlundtaschenpaare (der Spritzlochkanal nicht gezählt), d. h. $4^1/_2$ Paare gedeckter Kiemen vorhanden, da nur die vordere Wand der hintersten Schlundspalte eine Atemplatte bildet.

Palatoquadratum.

I. Schlundtasche = (Atemplatten unbedeutend) Spritzlochkanal

Hyoidbogen

II. Schlundtasche <	vordere Atemplatte	$^1/_2$ **Kieme**
	hintere Atemplatte	} **I. Kieme**
I. Kiemenbogen		
III. Schlundtasche <	vordere Atemplatte	
	hintere Atemplatte	} **II. Kieme**
II. Kiemenbogen		
IV. Schlundtasche <	vordere Atemplatte	
	hintere Atemplatte	} **III. Kieme**
III. Kiemenbogen		
V. Schlundtasche <	vordere Atemplatte	
	hintere Atemplatte	} **IV. Kieme**
IV. Kiemenbogen		
VI. Schlundtasche <	vordere Atemplatte	
	hint. Atempl. fehlt	
V. Kiemenbogen		

Bei **Knochenfischen und Ganoiden** verlängern sich die äusseren Schlundspalten zu transversal gekrümmten Schlitzen, die längs der ganzen Seitenwand streichen; die Hautbrücken zwischen ihnen werden so schmal, dass die Atemplatten weit über sie hinausragen und sie vollkommen verdecken. Die anstossenden Atemplatten eines Schlundbogens scheinen dann wirklich ein einheitliches Gebilde, die Kammkieme darzustellen, allein meist ist ihre

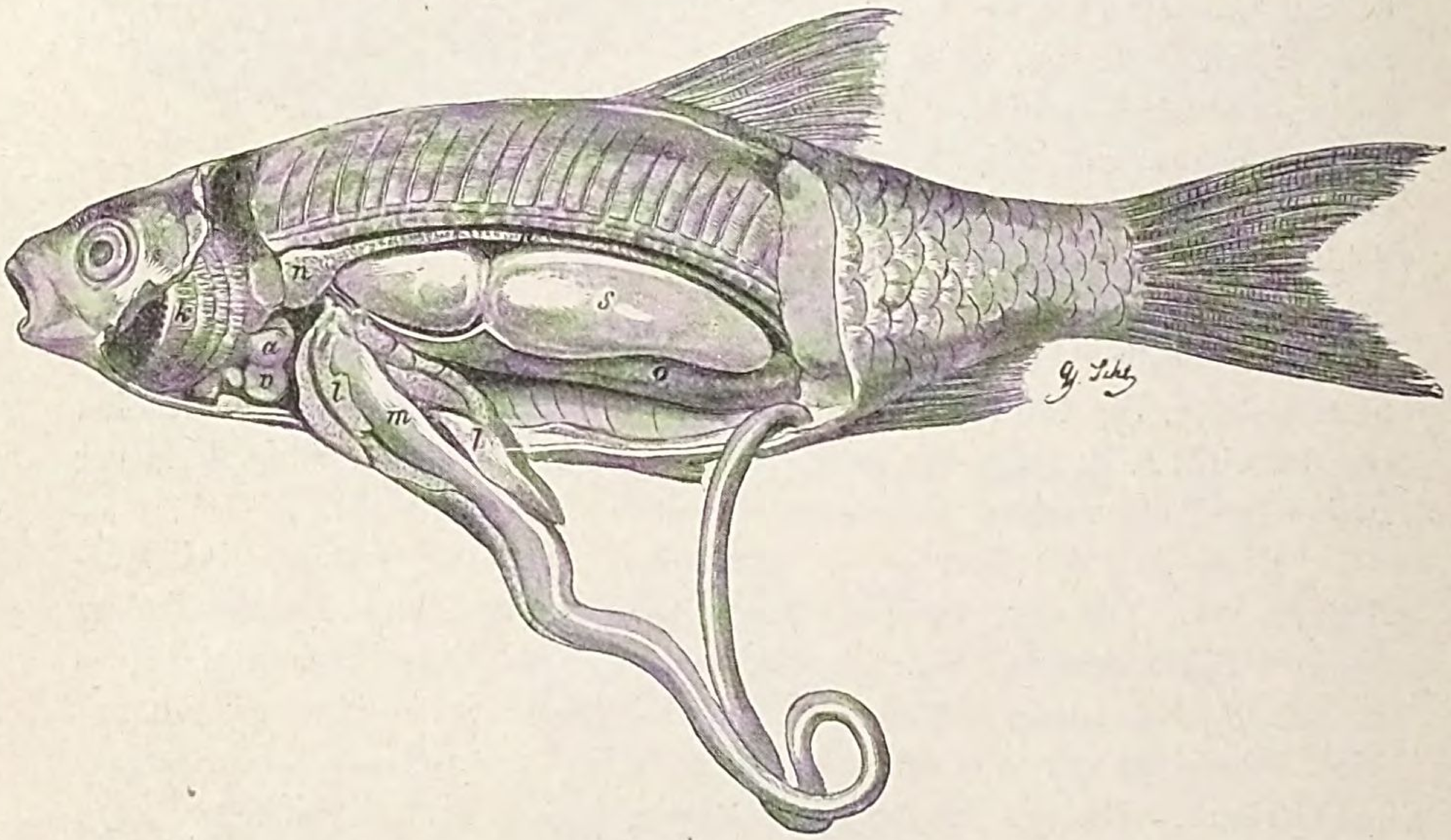


Fig. 38.

Anatomie eines Rotauges. Kiemendeckel und linke Rumpfwand entfernt, der gewundene Darm herausgelegt. $^2/_3$ natürl. Grösse.

a Vorhof, *v* Kammer des Herzens, *m* Magen, *l-l* Leber, *s* Schwimmblase, *n* Urniere, *o* Ovarium, *k* Kammkiemen.

genetische Trennung daran zu erkennen, dass eine schmale Furche den lateralen Rand der verwachsenen Platten auseinander drängt. Verkalkt knorpelige, säbelartige Kiemengräten stützen die Atemplatten. Eine in der Gegend des Hyoidbogens entspringende, bogenförmige und kaudal wachsende Hautfalte bedeckt die Schlundspaltenregion des Kopfes und schützt in der von ihr umwallten Kiemenhöhle die Kiemen vor Unrat und Verletzung. Bindegewebige Knochen erhöhen die Festigkeit und zugleich die Beweglichkeit der Falte. Dem lateralen Bezirke — Kiemendeckel, Operculum sind Knochenplatten, dem ventralen Abschnitte — Kiemenhaut, Membrana branchiostega Knochenstrahlen eingelagert (vgl. S. 27). Die vordere, dem Hyoidbogen zugehörige Atemplatte der zweiten Schlundtasche ist ganz klein (Kiemendeckelkieme). Die erste Schlundtasche wird meist rückgebildet, oft finden sich Reste ihrer Atemplatte — Pseudobranchie. Nur vier Schlundbogen tragen Kiemen, der fünfte Bogen erhält keine

Atemplatte, aber oft Zahnbesatz — dann stellt er die unteren Schlundknochen dar, auch die oberen Enden der Kiemenbogen können Zähne tragen als obere Schlundknochen. Dorsale Epithelknospen der Schlundtaschen bilden die neben der Kiemenhöhle liegende Thymusdrüse. Die Schilddrüse liegt nahe dem ersten Kiemenbogen.

Hinter den Schlundtaschen führt die kurze enge aber erweiterungsfähige Speiseröhre ohne scharfe Grenze in den sagittal gerichteten Magen, dessen Pylorusgegend winklig vorgebogen ist. Die resorbierende Fläche des geraden oder wenig geschlängelten Mitteldarmes vergrössert entweder eine im Lumen spiralig absteigende Falte — Spiralklappe oder zahlreiche Ausstülpungen — Appendices pyloricae, selten die Verlängerung des Schlauches selbst. Die Leber ist meist zweilappig, das Pankreas gross. Der kurze Enddarm nimmt oft die Urogenitalgänge auf.

Dem Vorderdarm entsprosst nur bei Fischen ein unpaarer dorsaler Sack, die unter der Urniere(n) liegende Schwimmblase — Vesica natatoria, deren Stiel(s) — Luftgang, Ductus pneumaticus bald in der Speiseröhre, bald am Magen wurzelt oder ganz verkümmert. Ihr Gasinhalt, hauptsächlich Stickstoff wird vom Blute abgeschieden, sehr selten direkt atmosphärische Luft eingesogen. Elastische und muskulöse Lagen der Schwimmblasenwand begrenzen den Grad ihrer Gasfüllung. Sie wird besonders unter den Knochen- und Ganoidfischen ausgebildet.

Die Schwimmblase unterstützt die Fähigkeit der Fische, in jedem beliebigen Niveau des Wasserbeckens sich zur Ruhe zu bringen, d. h. zu schweben, zu sinken und zu steigen. Nach dem Archimedischen Prinzipe ist eine vertikale Verschiebung schwimmender Körper nur möglich, wenn das Volumen derselben sich verändert, deshalb muss der sinkende Fisch schwerer, der steigende Fisch leichter, als das von ihm verdrängte Wasservolumen sein. Da im allgemeinen das spezifische Gewicht des Fisches nahezu gleich Eins zu schätzen, d. h. das Gewicht des schwebenden Tieres ungefähr dem Gewichte der verdrängten Wassermasse äqual ist, kommt die Menge des in der Schwimmblase eingeschlossenen Gases in Betracht, weil die Vermehrung oder Verminderung des spezifisch leichten Mediums die Möglichkeit einer raschen Volumenänderung eröffnet. Leicht können kleine Gasmengen vom Blute abgeschieden oder resorbiert werden. So erhält der fast starre Tierkörper veränderliches Volumen und labiles Gewicht. Nicht bloss die Schwankung des Gasinhaltes, auch seine Kompressibilität unterstützt und steigert jegliche vertikale Exkursion. Die Gestalt der Schwimmblase wird mannigfach verändert.

Lungenatmer.

Die Nasengruben brechen immer in die Mundhöhle durch, nur die Lage der Choanen, bald nahe, bald entfernt dem Mundrande, wechselt. Stets mündet ein Ausläufer der Augenlidhöhle — Thränennasengang in die Nasenhöhle. In den Zungenwulst am Boden der Mundhöhle strahlen Muskeln und verleihen der am Hyoidbogen bezw. Resten des Schlundbogenskeletes befestigten Zunge meist freie Beweglichkeit.

Die Schlundtaschen bilden niemals Atemplatten und werden gewöhnlich später rückgebildet, ebenso wie der zugehörige Bogenapparat. Nur die erste Schlundtasche am Hinterrande des Palatoquadratum bleibt weit, weil sie Beziehungen zum Labyrinthorgan als lufthaltige Vorhöhle desselben gewinnt: ihre äussere Öffnung ist vom Trommelfell verschlossen, sie zerfällt in einen engen vom Schlunddache entspringenden Kanal — Tuba Eustachii und einen weiten an das Trommelfell stossenden Raum — Paukenhöhle, Cavum tympani.

Die elastischen Lungensäcke wachsen in der Leibeshöhle ansehnlich heran und werden durch Ausdehnung und Contraction der Rumpfwand — Atembewegungen während des ganzen Lebens mit atmosphärischer Luft periodisch gefüllt und entleert. Sie münden an einer engen Spalte des Schlundbodens — Atemritze entweder direkt oder durch Vermittlung eines unpaaren Kanales — Luftröhre, Trachea. Knorpelplatten (vielleicht umgebildete Reste der hintersten Schlundbogen), zunächst zwei laterale Stücke — Giessbeckenknorpel, Cartilagines arytaenoidei begrenzen die Atemritze. Der so gefestigte Bezirk der muskulösen Schlundwand — Kehlkopf, Larynx besitzt eigene Muskulatur und ist durch Bänder sowie Muskeln am Zungenbein, d. h. den Resten der Schlundbogen befestigt. Er erhält die Atemspalte durchgängig, reguliert ihre Weite und verhindert das Eindringen von Nahrungsteilchen in den Luftweg. Hinter dem Kehlkopfe entstehen in der Wand der Trachea kleinere den Luftkanal versteifende Knorpelringe — Trachealringe. Der durch die Nasenkanäle eingesogene Luftstrom passiert die Choanen und kreuzt hinter der Zunge den Weg der Nahrung in die Speiseröhre.

Der Mitteldarm wächst bedeutend in die Länge und windet sich, weniger der Enddarm. Der hinterste Bezirk des Enddarmes nimmt die Urogenitalgänge auf und buchtet schon in früher Embryonalzeit ventral eine Blase — Harnblase (bezw. Allantois) aus.

Amphibia.

Die geräumige Mundhöhle birgt in der Region der Mandibel, Prämaxillen, Maxillen, Vomer, Palatina, Pterygoidea und Parasphenoid zahlreiche kleine, tiefen Schleimhauttaschen eingepflanzte Zähne, deren Sockel durch Knochenmasse den Schädelplatten verkittet ist. Zahnkeime an der inneren Seite der durchgebrochenen Zähne garantieren ununterbrochenen Ersatz der letzteren; indem sie deren Basis untergraben, steigen sie allmählich in die Höhle des Vorgängers empor und heben ihn endlich heraus. Die Choanen liegen nahe dem Mundrande. Das Epithel des Mundbodens bildet viele Schleimdrüsen. Die erste Schlundtasche liegt als Paukenhöhle der Labyrinthregion des Cranium an. Von den fünf übrigen Paaren der kurzen und niedrigen Schlundtaschen brechen während der Jugend die vier vorderen Paare

zwar in den äusseren Schlundspalten durch (das fünfte Paar bleibt immer geschlossen), entfalten aber keine Atemplatten. An ihrer Stelle wird die zwischen den Schlundspalten stehen bleibende Brücke der Körperwand in cylindrische gelappte, gefranzte oder verzweigte Fortsätze ausgezogen — äussere Hautkiemen (4—3 Paare), welche den Schlundbogen durch die schmalen Wände der Schlundtaschen verbunden sind. Sie entbehren jeglicher Knorpelstützen, nur Muskeln strahlen ein. Die Hautkiemen bleiben wenigen Arten während des ganzen Lebens erhalten, meist verkümmern sie vor dem Eintritt der Geschlechtsreife und gleichzeitig verwachsen auch die Schlundspalten. Derivate der Schlundtaschen: die Thymus liegt hinter dem Unterkiefergelenk und die Schilddrüse nahe dem Zungenbein. Die Speiseröhre ist kurz, weil die Cardia des langen Magens an der vorderen Cölomgrenze steht. Der Mitteldarm macht mehrfache Schlingen, die Harnblase des länger wachsenden Enddarmes bleibt klein und dünnwandig (oft zweizipfelig ausgezogen).

Ob Kiemen bestehen oder verloren gehen, die Lungen der Amphibien besitzen immer respiratorische Bedeutung. Ihre glatte, gegenüber der Kapazität der Lungenhöhle klein zu nennende Innenfläche nimmt bei vielen Arten zu, indem sich mäandrisches Leistenwerk erhebt und eine grosse Zahl von seichten Furchen oder Atemgruben — Alveolen umsäumt.

Amnioten.

Da die Lungen ausschliesslich als Atemorgane funktionieren, werden alle mit ihnen verbundenen Teile und die als Luftwege in Betracht kommenden Organe kräftiger entfaltet, als bei den niederen Wirbeltieren. Die Schlundtaschen verkümmern während der Embryonalzeit, nur das erste Paar dauert und wird wegen seiner schallleitenden Dienste mächtig. Die Mundhöhle wird geräumig und tief, ihr Epithel verhornt und bildet ausserdem grosse der Mundwand eingelagerte Drüsenmassen. Durch die Differenzierung einer Halsregion wird die Speiseröhre lang gezogen, Thymus und Thyreoiddrüse zur hinteren Grenze des Halses verschoben.

Die Nasenkanäle erweitern sich nach hinten oben, und die seitlich komprimierte Ethmoidalregion des Schädels bildet eine schmale Scheidewand — Septum narium derselben. In den hinteren Abschnitt des Nasenkanales — Riechhöhle wird das percipierende Epithel, welches durch schmale Riechzellen mit langen zarten Haaren charakterisiert ist, geschoben, während nahe dem Nasenloche ein Vorhof mit verhorntem Epithel abgesondert erscheint. Die Binnenfläche der Riechhöhle erhöht ihre Leistungsfähigkeit als Prüfungsorgan der eingesogenen Atemluft durch einspringende Falten der lateralen Wand — Muscheln. Seitentaschen der Nasenhöhlen im Knorpel ihres ventralen Bodens mit Endigungen des Riechnerven stellen die Jacobsonschen Organe dar.

Am Kehlkopfe treten neue Knorpelstücke auf: hinter den Giessbeckenknorpeln entsteht ein Ringknorpel — Cartilago cricoidea und auf dessen Vorderkante der Schildknorpel — Cartilago thyreoidea (Fig. 45). Eine linguale Falte — Kehldeckel, Epiglottis erscheint häufig als Deckplatte des Atemspaltes (Kehlkopfeingang) (Fig. 43). Die von halben oder ganzen Knorpelringen gesteifte Trachea zieht längs des Halses kaudal, um am Vorderrande der Rumpfhöhle gabelige Äste — Bronchi in die Lungensäcke zu senden.

Der scharf abgesetzte Magen wird häufig quer gestellt, der sehr lange Mitteldarm findet nur durch vielfache Windung Platz in der Leibeshöhle. Am Beginne des langen Enddarmes, der durch eine Schleimhautfalte — Valvula ileocoeliaca Bauhini markiert ist, springt ein Blinddarm — Coecum vor.

Den letzten Abschnitt des Enddarmes (Fig. 39) gliedert eine Ringfalte als Urodaeum (*u*) ab. Dasselbe treibt eine ventrale Ausstülpung, die Allantois (*A*), welche während der ersten Lebenstage aus dem Leibe heraus wächst und sich um den ganzen Körper des kleinen Tieres schlägt als embryonales Harnreservoir und Atemorgan. In der dorsalen Wand des Urodaeum liegen die Mündungen der Urogenitalgänge. Die ventrale Wand der Aftergrube erhebt einen medialen gegen die Afterlippe schräg vorspringenden Wulst, das Begattungsglied — Penis ♂, Clitoris ♀, dessen Oberfläche eine mediale Rinne — die Samenrinne furcht. Den Begattungswulst stützt innen ein axialer faseriger Strang — Corpus fibrosum, zwischen ihm und den epithelialen Wänden der Samenrinne liegt Bindegewebe mit sehr weiten Kapillarräumen — cavernöses Schwellgewebe dessen Füllung das ganze Gebilde schwellt und steift.

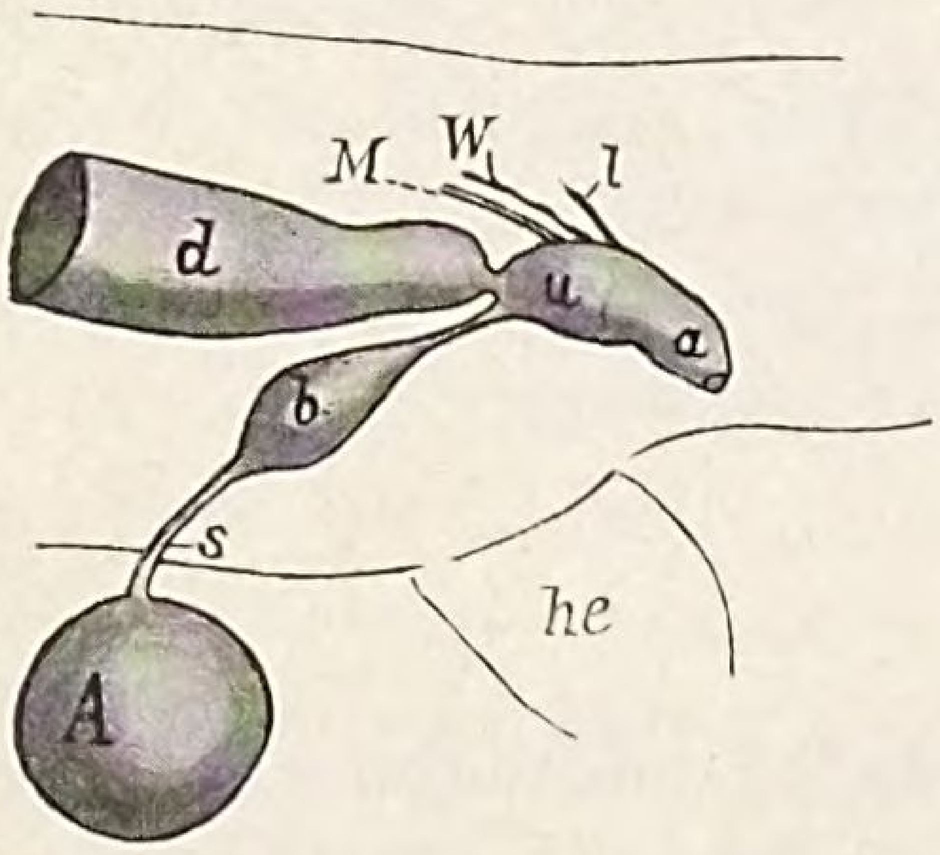


Fig. 39.
Schema des Enddarmes der Amnioten. Profilansicht.

he hintere Extremität, *d* Rectum, *u* Urodäum, *a* Proktodäum, *b* Harnblase, *A* Allantois, *s* Stiel der Allantois, *M* Müllerscher Gang, *W* Wolffscher Gang, *l* Harnleiter.

Der vordere Herz und Lungen umfassende Raum der Leibeshöhle — Brusthöhle wird durch eine quere Scheidewand — Zwerchfell, Diaphragma von der hinteren Bauchhöhle geschieden, in welcher die Hauptmasse des Darmes eingeschlossen ist (hauptsächlich bei Säugern entwickelt).

Reptilien.

Die Riechhöhle entfaltet nur eine Muschel. Die Choanen liegen zwischen den Palatina, selten zwischen den Pterygoidea. Die Maulspalte ist weit. In der Mundhöhle entstehen Lippen-, Gaumen- und Bodendrüsen. Die Wurzeln der konischen Zähne, welche meist auf Mandibel, Prämaxilla und Maxilla beschränkt sind, aber auf sämtlichen Gaumenknochen

vorkommen können, sind entweder dem freien Oberrande — acrodont oder einer Innenfurche der Kiefer — pleurodont angewachsen oder sie sind Gruben — Alveolen dieser Knochen eingekeilt — thekodont. Die Ersatzkeime entstehen an der inneren Basalfläche der alten Zähne. Die Zunge wird ganz verschiedenartig gebildet.

Der Magen liegt in der vorderen Region der Leibeshöhle. Die Schleimhaut des Mitteldarmes ist in längsziehende oder netzartige Falten erhoben.

Die Allantois wird am Schlusse der Embryonalzeit ganz rückgebildet bei Schlangen und Krokodilen, ihr Wurzelstück als Harnblase erhalten bei Eidechsen (Fig. 86) und Schildkröten. Der Begattungswulst kommt nur Krokodilen und Schildkröten zu.

Vögel.

Allen recenten Arten fehlen Zähne, nur fossile Formen waren derselben teilhaftig. Am spitz zulaufenden hauptsächlich von den Prämaxillen und

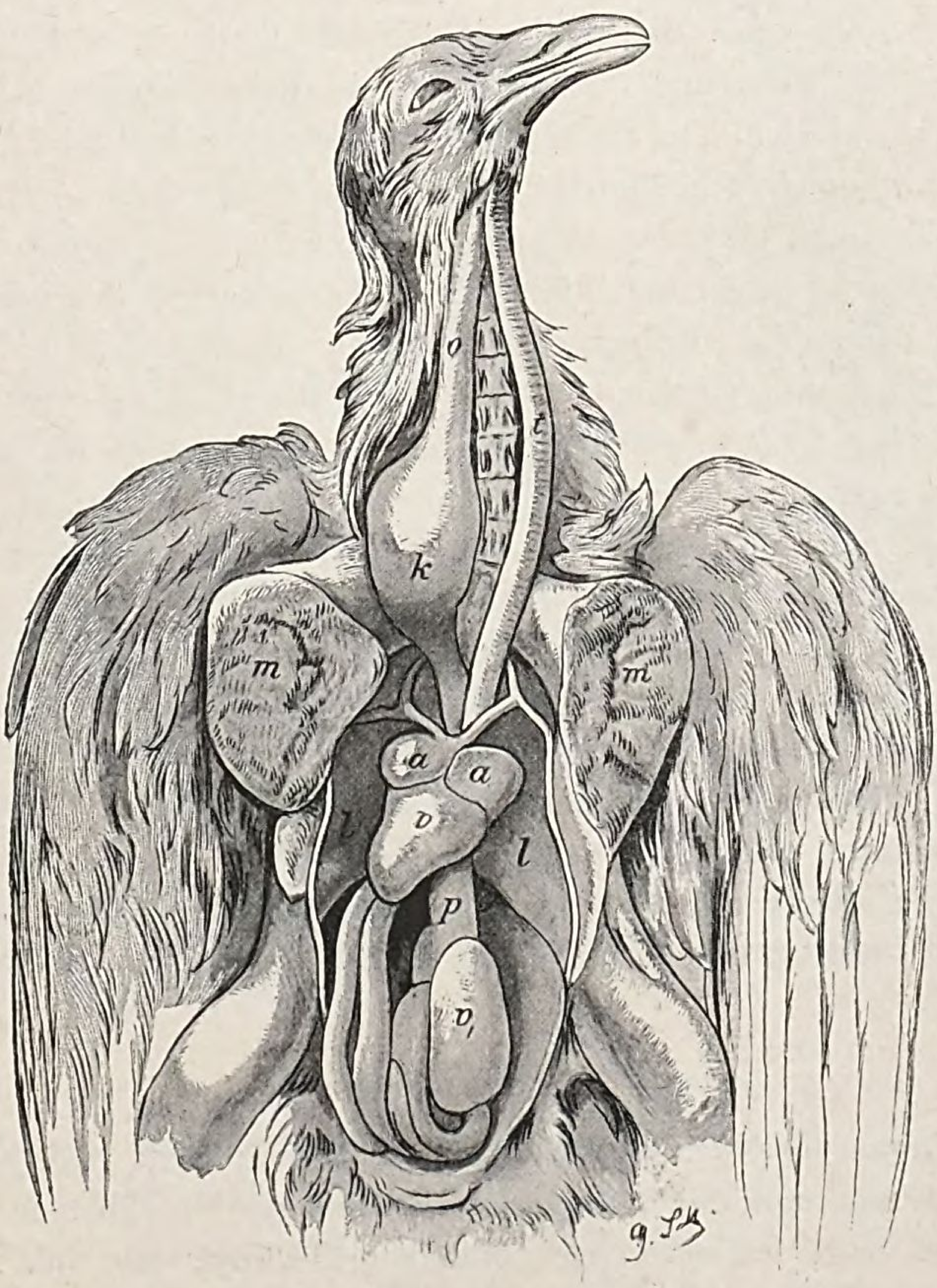


Fig. 40.
Anatomie der Taube. 1/2 natürl. Grösse.
o Speiseröhre, k Kropf, p Vormagen, v, Muskelmagen, t Luftröhre, l Lungen, a, a Vorhöfe, v Ventrikel des Herzens, m, m die durchschnittenen Flügelmuskeln am Brustkorbe.

Mandibeln gestützten Mundrand bildet stark verhorntes Epithel scharfkantige Schnabelscheiden, um die Nahrung zu zerhacken und zu zertrümmern. Die Zunge, oft mit stark verhorntem, ebenem oder papillärem Epithele wird recht verschiedenartig: klein — dick — hart — weich — schmal — breit — spitz — stumpf, je nachdem sie als Tast- oder Geschmacksorgan dient, Beute spiesst, Saugröhre wird, Körner zwischen die Schnabelränder schiebt oder Nahrung gegen den Schlund presst. Die Mundhöhle besitzt wenige beutelförmige Schleimdrüsen (Zungen- und Mundwinkeldrüse); ihr Boden zwischen den langen Unterkieferhälften kann oft stark ausgedehnt werden.

In die Nasenhöhle ragt neben der Muschel, unter welcher der Thränennasengang mündet, ein allein Riechepithel tragender Wulst der hinteren oberen Nasenwand — Riechhügel, und im langen Vorhof entsteht eine Vorhofmuschel. Jacobsonsche Organe fehlen. Der Kehlkopf liegt hinter der Zungenwurzel. Die Knorpelringe der langen Trachea sind meist vollständig geschlossen. Die lange dickmuskulöse Speiseröhre ist in der Regel rechts verschoben und treibt eine selten fehlende Aussackung — Kropf, deren Drüsen ein saures Sekret liefern und die Lösung der im Kropfe längere Zeit verweilenden Nahrung einleiten. Die Speiseröhre durchsetzt die Brusthöhle, erst hinter den Lungen (in der Bauchhöhle) geht sie in den Magen über. Dieser zerfällt oft in zwei hinter einander stehende Kammern: Vormagen mit grossen Drüsen, flüssigem Sekrete und dünner Wand und den mechanisch wirkenden, anstatt der Zähne die Speisen zermalmenden rundlichen Muskelmagen. Letzterer ist so stark gekrümmt, dass der Pylorus der Cardia nahe steht. Seine tubulösen Drüsen scheiden ein erhärtendes Sekret ab als eine die Magenhöhle auskleidende Reibeplatte, die von den besonders bei Körnerfressern stark muskulösen Wänden bewegt wird. Die Wirkung derselben zu erhöhen, verschlucken die Vögel Steine oder andere Festkörper. Der starke Muskelreif des Pylorus hindert den Übertritt des gröberen Mageninhaltes in den langen mannigfache Schlingen bildenden Mitteldarm, dessen Schleimhaut Längsfalten und Zotten trägt. Am geraden kurzen Enddarme münden meist paarige bei Pflanzenfressern enorm lange Blinddärme; die Allantois wird ganz rückgebildet. Ein Blindsack des Urodäum von rätselhafter Bedeutung — Bursa Fabricii mündet dorsal in die Aftergrube. Nur wenige Arten besitzen den Begattungswulst, an dessen Spitze sich immer ein Blindschlauch öffnet.

Säugetiere.

Die Organe der weiten Mundhöhle sind kompliziert, weil die Nahrung meist hier gekaut und mit verdauendem Sekrete der Munddrüsen (Speichel) durchfeuchtet wird. Die langen konischen Dentinwurzeln der Zähne sind entsprechend geformten Gruben — Alveolen der Unterkiefer-, Zwischen- und Oberkieferbeine eingepflanzt und durch straffes Bindegewebe — Alveolarperiost festgehalten. Verknöcherung desselben fügt oft noch eine

Cementhülle um die Zahnwurzel. Die Form der Zähne wechselt in den verschiedenen Kieferregionen. Im Zwischenkiefer wurzeln die Schneide-

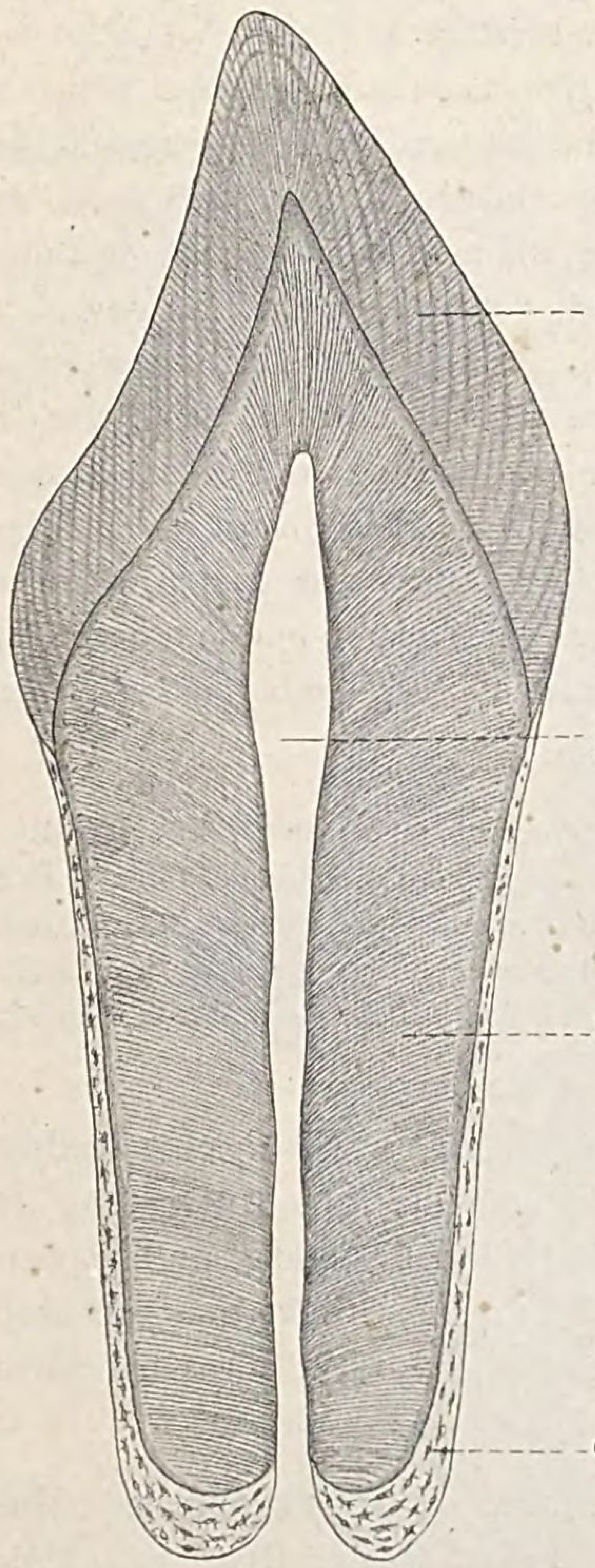


Fig. 41.
Schema eines Längsschliffes durch einen einwurzeligen Zahn des Menschen. Nach Böhm-Davidoff.

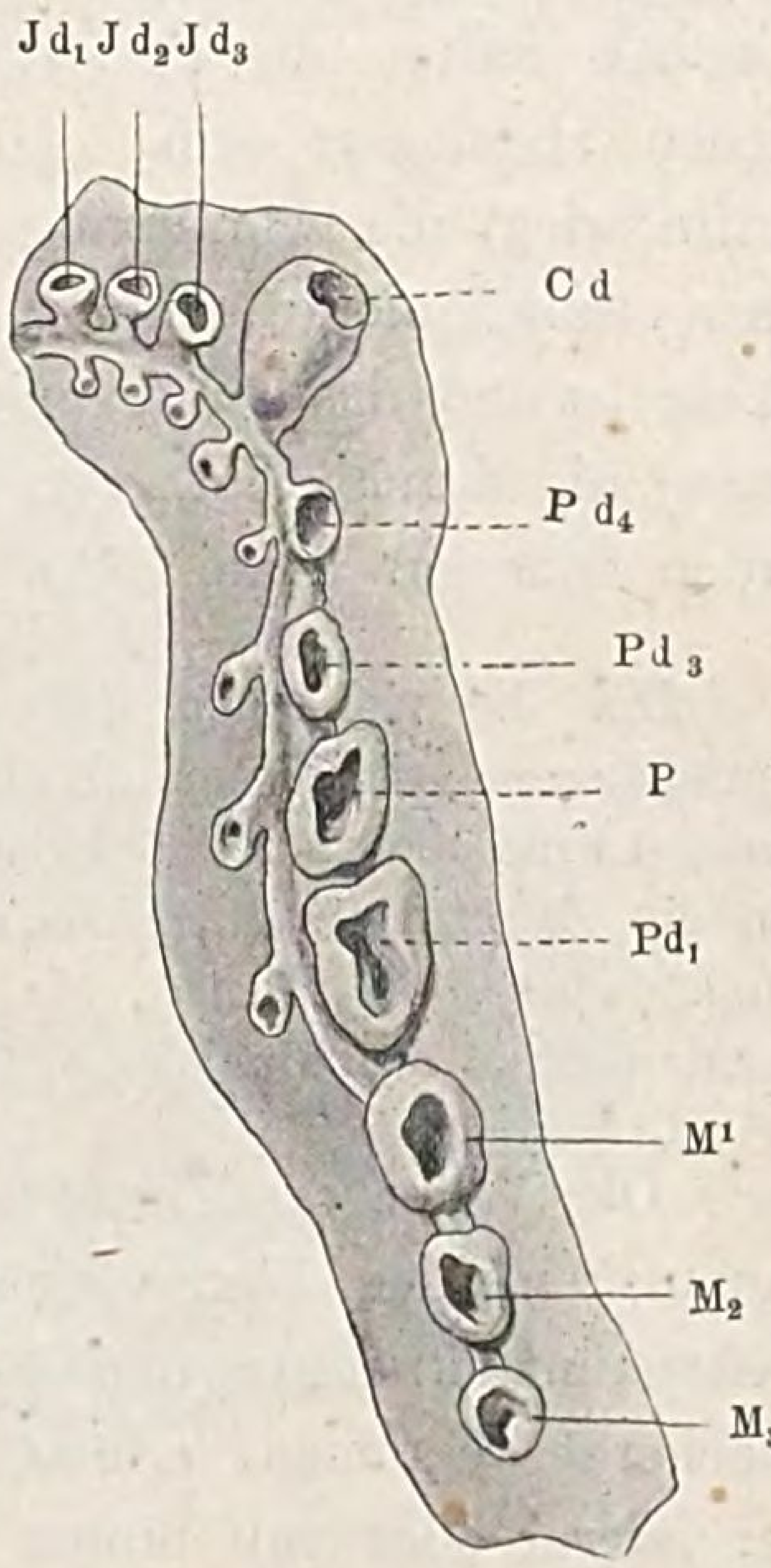


Fig. 42.
Schematische Darstellung des oberen rechten Zahnbogens eines jungen Säugetieres. Von der der Mundhöhle abgewandten Fläche betrachtet. Lateral (rechts) liegen die Anlagen der Milchzähne und wahren Molaren, links die Ersatzzähne.

zähne — Incisivi = I, konische Zähne mit einer Wurzel und meisselförmiger Krone; am vorderen Rande des Oberkiefers je ein starker spitzkegeliger Eckzahn — Caninus = C, um die Beute zu zerreissen, dahinter abgestumpfte Backzähne mit mehreren Wurzelästen, deren breite höckerige Kronenfläche die Nahrung zerquetscht. Die gleichen Zahnformen stehen an entsprechenden Stellen des Unterkiefers, jedoch so verschoben, dass jeder Zahn wider zwei Opponenten stösst.

Zwei konzentrische Bogen des Mundepithels längs jedes Kieferrandes bilden das Gebiss. Der äussere enthält meist kleine frühe durchbrechende bezw. ausfallende Milchzähne, nur seine hintersten Glieder in der Backzahnregion erscheinen spät und funktionieren lange als kräftige Molaren = **M.** Die Elemente der inneren Reihe — dauernde Ersatzzähne schieben sich ein, nachdem das Milchgebiss ausfiel und funktionieren bis zum Tode. Diejenigen Zähne der Backzahngegend, welche gewechselt werden, heissen Prämolaren = **Pm.** Etliche oder alle Glieder des Gebisses können als permanent wachsende Zähne erscheinen. Dann wird keine Wurzel gebildet, das Schmelzorgan im Alveolengrunde erhalten und die Krone ist prismatisch geformt. Schmelzfreien Streifen derselben haften die Periostfasern an, auch Cement kann in den Schmelzfurchen abgelagert sein. Die fortwährende Neubildung von Schmelz und Dentin wiegt die Abnützung der Kaufläche auf. Obgleich meist beide Zahnreihen funktionieren, finden sich doch Beispiele, dass nur das Milchgebiss kräftig ist und das Dauergebiss (mit Ausnahme eines oberen und unteren Zahnpaares) nie durchbricht, oder dass die Milchzähne bereits embryonal resorbiert werden oder gar keine Zähne durchbrechen.

Um die vielfachen Schwankungen der Zahnzahl des Gebisses übersichtlich zu präcisieren, schreibt man Zahnformeln: Wenn ein Tier 6 Schneidezähne, 2 Eckzähne, 8 Prämolaren und 6 Molaren der oberen Reihe, also 44 Zähne besitzt, schreibt man die Zahnzahlen einer Kopfhälfte, die oberen und unteren durch Bruchstrich trennend: **I** $\frac{3}{3}$, **C** $\frac{1}{1}$, **Pm** $\frac{4}{4}$, **M** $\frac{3}{3}$ und kennzeichnet das Milchgebiss durch den Exponenten d (= deciduus) $\mathbf{I}_d$ $\frac{3}{3}$, $\mathbf{C}_d$ $\frac{1}{1}$, $\mathbf{Pm}_d$ $\frac{4}{4}$.

Die Widerstandskraft des obern Zahngeheges, wider welches kräftige Kaumuskeln den Unterkiefer pressen, wird durch die feste Anlagerung der Kiefergaumenknochen und die mediane Naht der Palatin- und Maxillarplatten (knöcherner Gaumen) erhöht. Die untere Zahnreihe wird vertikal gehoben, oder lateral oder von hinten nach vorne verschoben, wirkt also schneidend oder quetschend.

Der hintere Abschnitt der Zunge entfaltet die ihm zukommende Muskulatur (hauptsächlich die Faserbündel des Genioglossus, daneben Hyoglossus, Styloglossus und Lingualis) zu einem dicken Geflechte längs, senkrecht, quer und bogig verlaufenden Fasern. Gegenüber dem grossen Volumen und der Komplikation dieses neuen Muskelwulstes tritt der vordere Teil der Zunge ganz zurück, er lagert bedeckt von der Muskelzunge am Boden als kleine Nebenzunge (Plica fimbriata der menschlichen Zunge). Die verhornte Zungenschleimhaut erhebt sich in Tast- und Geschmacksorgane tragende Papillen — Papillae vallatae, auch Schleim- und Balgdrüsen sind ihr eingelagert. Die Muskelzunge wirft die Bissen zwischen die Zahnflächen, damit sie fein zerkaut werden und drückt sie dann in den Schlund, indem sie sich dem Gaumen anlegt. Die Muskulatur der seitlichen Mundwand — Backen und des Mundrandes — weiche Lippen tragen ebenfalls dazu bei, die Bissen zwischen

die Zähne zu schieben. Am harten Gaumen bildet die Schleimhaut verhornte Leisten.

Von den Lippendrüsen	ist nur die	Parotis mit Ductus Stenonianus
„ „ Unterzungendrüsen	„ „ „	Sublingualis mit Ductus Bartholini
		Submaxillaris mit Ductus Whartonianus

entwickelt, ihr Sekret feuchtet die Bissen ein.

Die Nasenhöhlen werden ungemein gross und lang und in den hinteren oberen Nasenraum über der typischen Muschel noch eine mittlere und eine obere vielfach gefaltete und gerollte Muschel eingeschoben, die von verknöchernden Falten des Ethmoidknorpels gestützt werden. Jacobsonsche Organe sind

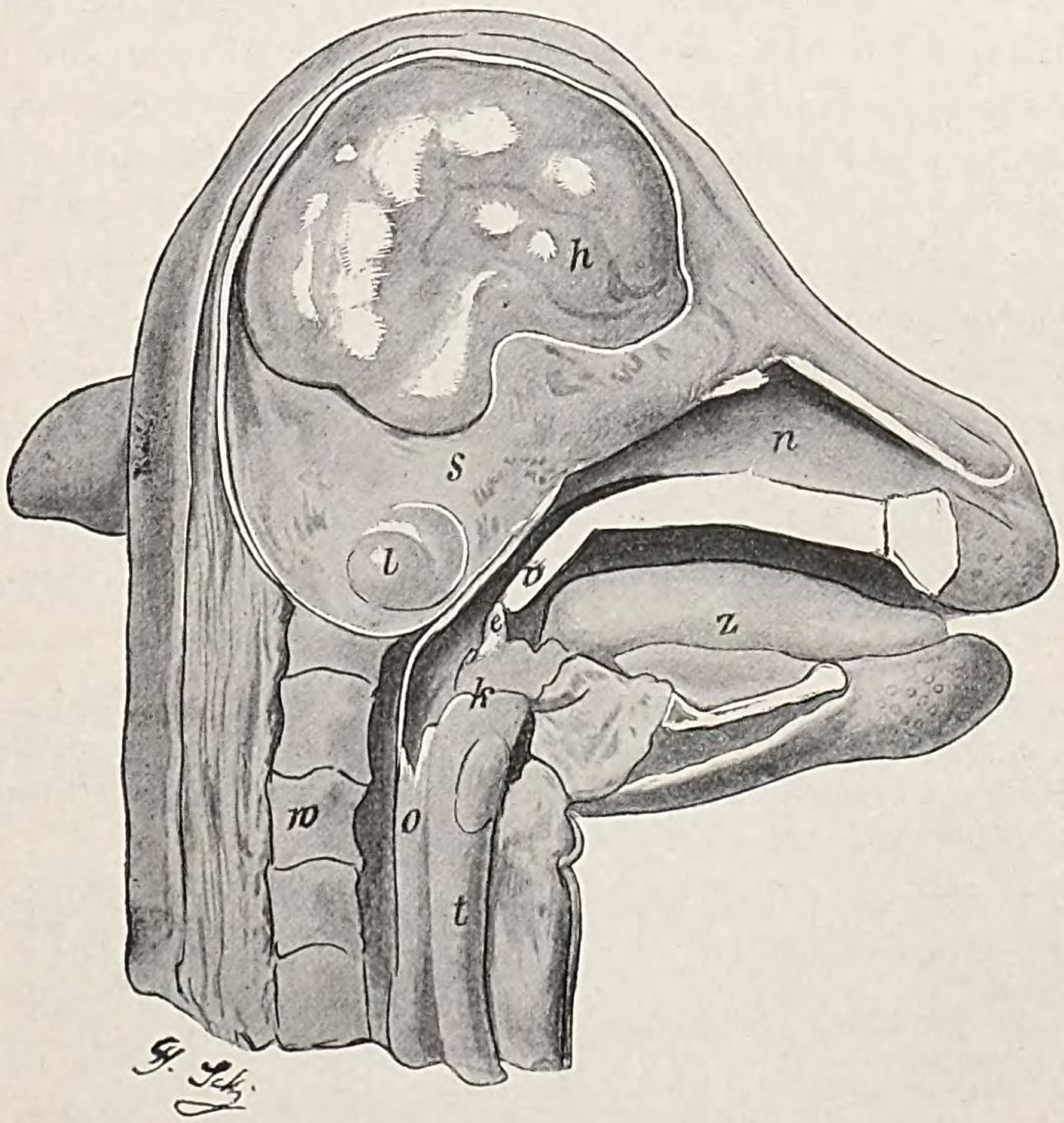


Fig. 43.

Kopf eines jungen Kalbes, natürl. Grösse. Die rechte Hälfte ist entfernt, um die Beziehungen der Luft- und Nahrungswege zu zeigen. Natürl. Grösse.

h Gehirn, *s* Schädelbasis, *l* Labyrinthorgan, *w* Wirbelsäule, *n* Nasenhöhle, *z* Zunge, *v* Gaumensegel, *e* Epiglottis, *k* Kehlkopf, *t* Luftröhre, *o* Speiseröhre.

häufig. Die Choanen liegen weit hinten. Vor ihrem Vorderrande springt eine halbmondförmige muskulöse Falte des Gaumens — Gaumensegel, Velum palatinum (Fig. 43, *v*) in die Mundhöhle ein. Die den Ringknorpel vorne und seitlich umfassende, paarige und später verschmelzende Schildknorpelplatte des Kehlkopfes wächst mächtig. Vordere Fortsätze derselben — obere Hörner

artikulieren mit dem Zungenbeine. Die faserknorpeligen Spitzen der Arytänoidstücke sind als Cartilagines Santorinianae abgegliedert. Die grosse Epiglottis ist von einem Knorpel gestützt, der in die vom Kehldeckel zu den Arytänoidknorpeln ziehenden Schleimhautfalten zwei kleine Stückchen — Cartilagines Wrisbergii sendet.

Während des Kaugeschäftes wird die Mundhöhle gegen den Schlund abgesperrt, um die Strömung der Atemluft nicht zu stören und die Verunreinigung der Luftwege durch zerkaute Nahrungsbrocken auszuschliessen (Fig. 43). Die Epiglottis (*e*) presst sich der Unterfläche und dem hinteren Rande des Gaumensegels so an, dass eine wahre Scheidewand der Mundhöhle entsteht, hinter welcher der Kehlkopf Luft schöpfen kann. Die gekaute Speise tritt nur in kleinen Quantitäten durch das Rachenthor, während der Kehldeckel dann den Eingang des Kehlkopfes schliesst.

Die vier Schlundtaschenpaare werden rasch rückgebildet, die aus dem ventralen Teil der dritten Schlundtasche entstehende Thymus wird gegen das Sternum zurückgeschoben. Zur unpaaren Schilddrüsenrinne treten noch paarige Anlagen und steigern das Volumen dieses rätselhaften Organs, das an den Kehlkopf oder sogar an die Trachea gelagert wird. Die Speiseröhre, welche quergestreifte Muskulatur in ihrer Wand entwickelt, reicht weit hinter die Lungen und durchbohrt das muskulöse Zwerchfell, ehe sie in den quergestellten Magen übergeht. Letzterer zerfällt häufig in zwei oder mehr Abschnitte mit verschiedenartigem Epithel, indem seine linke Hälfte als Blindsack vergrössert und abgegliedert wird. Der Mitteldarm ist länger als bei den übrigen Wirbeltieren und vielfach gewunden. Sein Durchmesser ist gering — Dünndarm, nur sein Anfangsstück hinter dem Pylorus ist erweitert — Zwölffingerdarm, Duodenum.

Das Epithel des Mitteldarmes treibt tubulöse Schläuche — Lieberkühnsche Krypten in das Bindegewebe der Darmwand. An den zwischen den dicht gedrängten Drüsenmündungen liegenden Bezirken erhebt es sich samt dem anstehenden Bindegewebe in dünne cylindrische Fortsätze — Zotten.

Auch der weite Enddarm wächst bedeutend aus und biegt sich als eine hufeisenförmige Schlinge, deren Schenkel Colon ascendens, transversum, descendens heissen. Der hintere in die Beckenhöhle steigende Teil bleibt gerade — Rectum. Nur Pflanzenfresser entwickeln einen langen Blinddarm. Das in der Leibeshöhle liegende Stück der Allantois wird als Harnblase erhalten, das ventrale Stück des Urodäum und Proktodäum ist als Canalis urogenitalis abgespalten und der After in einen dorsalen Fäkalafter und ventralen Geschlechtsafter geteilt (siehe Kapitel X).

Die Lungen der Amnioten.

Die Höhle der Lungensäcke wird bei den amnioten Wirbeltieren von ausserordentlich zahlreichen kleinen Scheidewänden durchsetzt, und so die für den Gasaustausch nötige Oberfläche innerhalb des beschränkten Volumens

fast ins Unermessliche gesteigert. Nur bei den Eidechsen und Schlangen hängen an den beiden Bronchen der Luftröhre einfache Lungensäcke, nahe deren vorderer Öffnung hohe Faltenmaschen die Innenfläche mehren. Bei anderen Eidechsenarten wächst die Binnenfläche sowohl durch innere Scheidewände als durch die Ausstülpung cylindrischer Blindtaschen. Z. B. beim Chamäleon scheiden zwei bindegewebige Septa drei grosse Lungenkammern, deren Wände kleine Atemgruben tragen, das hintere ungegliederte Lungenende sendet zahlreiche, verschieden lange Blindsäcke — Luftsäcke zwischen die Eingeweide.

Direkte Beziehungen zwischen der Form des Körpers und der Lungen herrschen bei Amphibien und Reptilien. Wenn der Leib lang gestreckt ist, sind die Lungen lange Schläuche und die rechte grösser als die linke Lunge (Blindwühlen, Schlangen), im gedrungenen Rumpfe hingegen elliptische Säcke (Frösche).

Zahlreiche Scheidewände, deren jede mit kleineren Alveolenfalten übersät ist, durchsetzen die Lungenhöhle der Schildkröten und Krokodile. Der Luftwechsel dieses feinen Systemes vollkommen von einander abgesperrter Lungenkammern ist nur möglich, weil die dünnwandigen Bronchen — Stammbronchus in die Lunge eindringen, sie durchsetzen und Seitenäste — Seitenbronchen abgeben, die als Luftwege einer grossen Zahl von kleinen Kammern dienen (Fig. 44). Eine Reihe dieser Seitenäste entspringt oberhalb der Krümmung der Lungenarterie — eparterielles Bronchialsystem und zwei Reihen unterhalb des gleichen Gefässes — hyparterielles Bronchialsystem.

Anmerkung. Die Äste der Arteria und Vena pulmonalis begleiten die Verzweigungen des Stammbronchus.

In der Lunge der Schildkröten, Krokodile und Vögel sind beide Zweigsysteme ungefähr gleich stark und reichen zum Hinterende des Organs. Bei Vögeln ziehen die vier eparteriellen Seitenbronchen längs der Innenseite, die beiden hyparteriellen Längsreihen an der Aussenseite der Lunge. Die ungelappten Lungen der Vögel, welche den Wirbeln und Rippen des Brustkorbes fest verbunden sind, buchten je fünf glattwandige Luftsäcke aus, welche Brust und Baucheingeweide umscheiden und nachdem das Mark der Knochen geschwunden ist, durch die pneumatischen Löcher in die Skeletknochen eindringen. Pneumatisiert werden: Wirbelsäule, Rippen, Becken, Brustbein, Coracoid, Oberarm und Oberschenkel. Oft dringen die Luftsäcke auch in die Muskulatur und Haut und reichen sogar (Pelikan, Schwan, Nashornvogel) bis zu den äussersten Phalangen der Hand und des Fusses.

Es sind folgende Paare von Luftsäcken:

1 Paar Sacci cervicales um Lungenspitze, Ösophagus, Rückenmark, Hirn,
1 „ „ subbronchiales um Brustbein, Oberarm und Brustmuskeln,
1 „ „ intermedii anteriores, } in der Brusthöhle
1 „ „ „ posteriores, } in der Brusthöhle
1 „ „ abdomnales um Eingeweide, Becken, Oberschenkel.

Der Hauptbronchus öffnet sich in die abdominalen Säcke, einige Seitenbronchen in die übrigen.

Den Luftwechsel der Vogellungen besorgen die Atembewegungen der Rumpfwand, Volumschwankungen der Luftsäcke und die Thätigkeit des Flimmerepithels der Lungenbronchen. Obwohl die Luftsäcke hauptsächlich Ventilationsorgane der Lungen sind, ist ihnen doch eine gewisse Bedeutung für die Erleichterung des Vogelkörpers beizumessen, besonders die grossen Zellen mehren das Volumen des Rumpfes und dadurch die Fläche des Muskelansatzes, ohne das Gewicht des fliegenden Tieres zu beschweren.

Die ausserordentlich fein gekammerten schwammigen Lungen der Säuger zerfallen in grössere und kleinere Lappen (rechts mehr als links). Das System des einen eparteriellen, ventral gerichteten Seitenbronchus ist schwach entwickelt, häufig fehlt es der linken Lunge. Die übrigen in dorsalen und

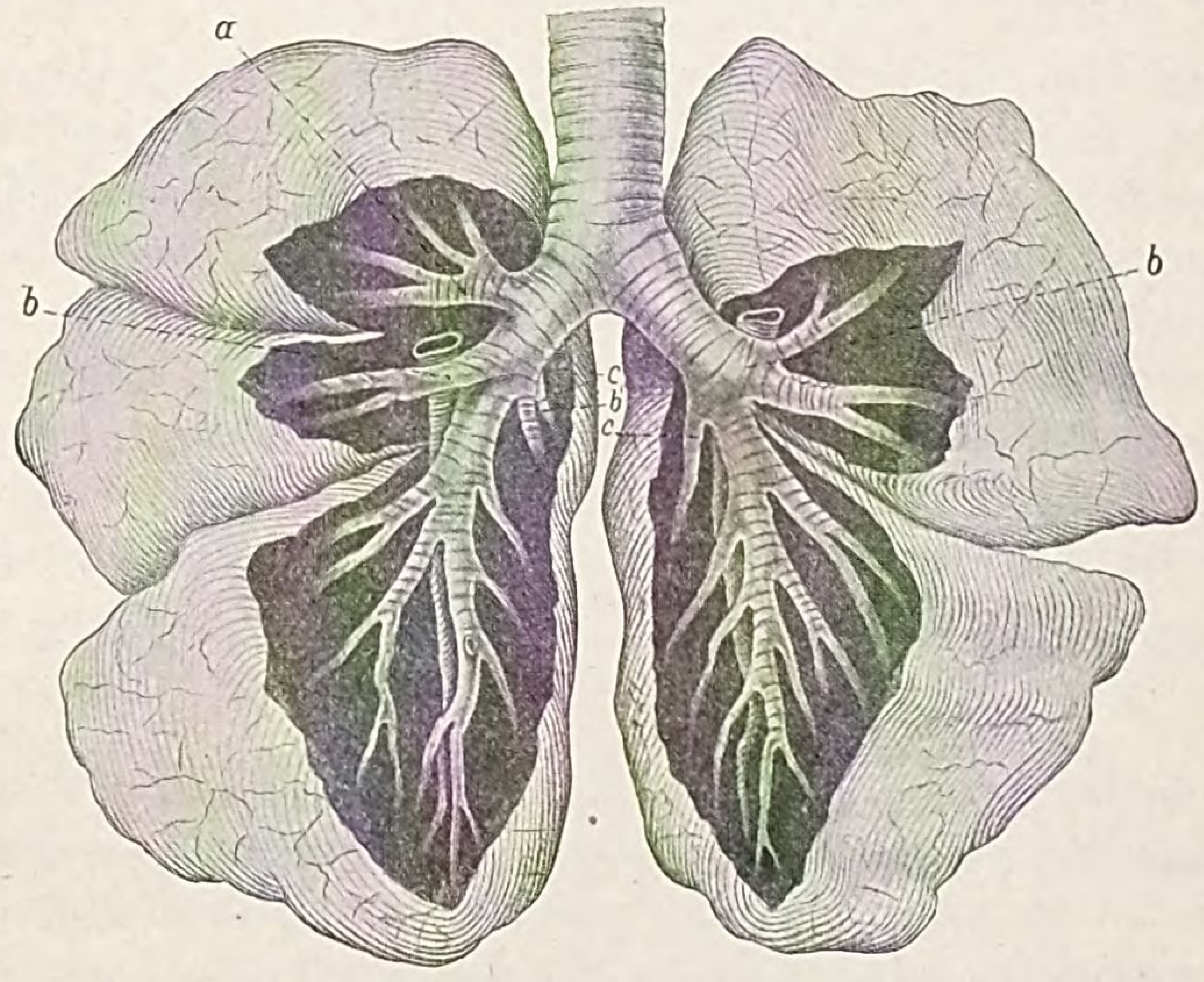


Fig. 44.

Bronchialbaum der menschlichen Lungen. Nach Aeby. Ventralansicht. $^1/_2$ nat. Grösse.

a eparterieller Seitenbronchus, *b* hyparterieller Bronchus, *c* dorsaler hyparterieller Bronchus.

ventralen Längsreihen geordneten Seitenbronchen gehören dem hyparteriellen System an. Die Wand der Lungenbronchen ist durch Knorpelgewebe versteift. Die Lungen liegen in der durch das muskulöse Zwerchfell abgeschlossenen Brusthöhle, die sich blasbalgartig erweitert und verengt durch Heben (Senken) der Rippen und Kontraktion (Erschlaffung) des Zwerchfelles, und so die Ventilation des spongiösen Luftkammersystemes bethätigt.

Stimmorgane.

Der Strom der Lungenluft dient häufig dazu, Klänge zu erzeugen, welche psychischen Stimmungen der Tiere phonetischen Ausdruck verleihen.

Dann sind unterhalb der Atemritze dem Kehlkopfe zwei dünne elastische Falten — Stimmbänder eingespannt, welche das Lumen jener Stelle zu einer schmalen Sagittalspalte — Stimmritze verengen. Da die elastischen Falten durch den Luftstoss auseinander gedrängt werden und beim Rückschwunge die Stimmritze wieder einengen, unterbrechen sie den Luftstrom, teilen ihm ihre Schwingungen mit und erzeugen dadurch Geräusche oder Klänge. Die vor dem Stimmorgan liegenden Räume (Rachen-, Mund-, Nasenhöhle) dienen zur Modifikation der in jenem erzeugten Klänge. Solche Stimmbänder kommen im Kehlkopfe der Frösche und Kröten, weniger Reptilien und der Säugetiere vor. Die Spannung derselben zu verändern, entsteht am Kehlkopfe eine besondere Muskulatur, welche die Stücke seines Knorpelgerüstes bewegt und auf mannigfache Art den gegenseitigen Abstand und die Spannung seiner Bänder variiert. Sie ist am feinsten bei den Säugetieren entfaltet, bei welchen oberhalb der wahren, zwischen Schild- und Giessbeckenknorpel ziehenden Stimmbänder (*st*) noch ein Paar schwächerer Querfalten — falsche Stimmbänder (*t*) vorspringen und seitliche Buchten der Kehlkopfwand — Ventriculi Morgagni umsäumen.

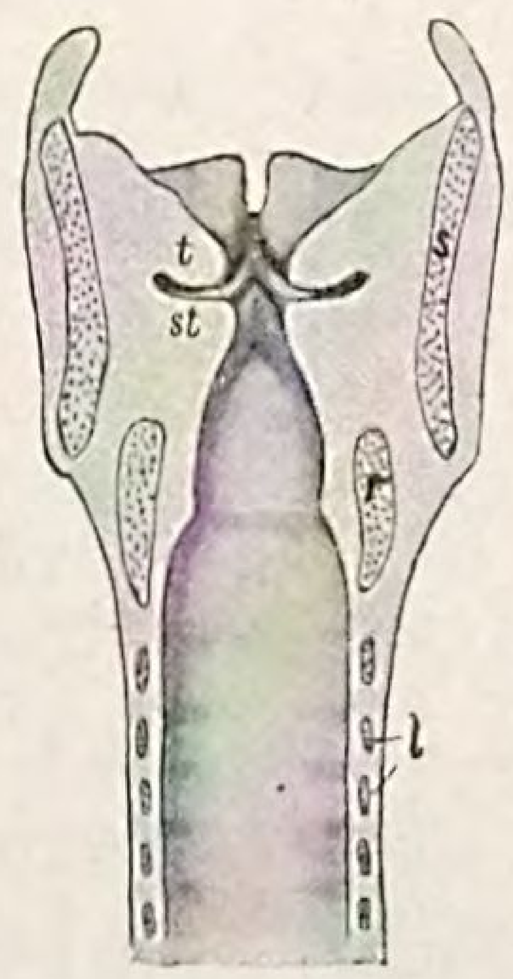


Fig. 45.

Transversalschnitt durch den Kehlkopf des Menschen nach Ecker. 1/2 nat. Grösse.

st wahres, *t* falsches Stimmband, zwischen beiden der Ventriculus Morgagni, *s* Schildknorpel, *r* Ringe der Luftröhre.

Die Vögel aber entwickeln am hinteren Ende der Luftröhre einen Singapparat — Syrinx. Die letzten Trachealringe verschmelzen zu einer durch eine mediane Knorpelleiste — Steg geteilten Blase — Trommel. Da die Wand der anstossenden Bronchi nur laterale Knorpelstreifen entwickelt, median aber dünn bleibt, so liegen an der Mündung der Bronchi elastische schwingende Stimmmembranen — Membranae tympaniformes, deren Spannungszustand durch besondere Singmuskeln verändert wird.

V.

Die Blutgefässe.

Das vollständig geschlossene, netzartig verzweigte System der Blutkanäle durchflicht den Körper der Wirbeltiere und leitet ununterbrochen den Blutstrom durch alle kleinsten Raumbezirke der Organe, um den Stoffverbrauch des Lebensvorganges zu unterhalten, neue Stoffe zuzuführen und unnütze zu entfernen. Eine einschichtige Lage flacher Epithelzellen — Endothel bildet die dünne Wand der feinen Haargefässe — Kapillaren. Sowie die Kapillaren sich erweitern, verstärken zwei dem Endothel angefügte Gewebsschichten: eine innere Lage glatter Muskelzellen und elastischer Fasern — Tunica media, eine äussere Schicht von Bindegewebe — Tunica adventitia die Wandung und erhöhen damit die Druckfestigkeit und Elasticität der grösseren Stämme. Man unterscheidet Schlagadern-Arterien, deren Media sehr mächtig ist, Blutadern-Venen mit schwächerer Media, aber starker Adventitia. In das Venenlumen springen kleine taschenförmige Falten — Venenklappen vor. Die Venen leiten den gegen das Herz gerichteten Blutstrom cordipetal, während die Arterien das aus dem Herzen strömende Blut cordifugal führen.

Am vorderen Ende des Cöloms steht die Centralpumpe des Gefässsystems: der dorso-ventral gekrümmte, ventral unter dem Vorderdarme dicht hinter den Schlundtaschen liegende Herzschlauch (Fig. 3), dessen Endothelwand dicke Massen quergestreifter Muskelzellen verstärken. Er zerfällt in folgende Abschnitte:

1. Dorsal der dünnwandige Vorhof, Atrium.
2. Ventral die dickwandige Herzkammer, Ventriculus.
3. Das kraniale trichterförmig verjüngte Ende Conus arteriosus.

In den Vorhof münden die Venen, vom Conus entspringen die Arterien. Pulsierende Kontraktionen des Herzschlauches saugen das Blut aus den Venen in den Vorhof und treiben es durch Kammer und Conus in die Arterien. Diese Stromrichtung sichern dünne bindegewebige kranial vorspringende Falten — Klappen an drei Stellen des Herzschlauches:

An der hinteren Öffnung des Vorhofes — Ostium venosum zwei häutige Klappen.

Am Grenzringe zwischen Atrium und Ventrikel — Ostium atrioventriculare die Atrioventrikularklappen.

An der Wurzel des Conus viele kräftige halbmondförmige Falten.

Da die Kontraktionen der drei Herzabschnitte nach einander anheben oder pausieren, sperren die Klappen die Herzhöhlen und stauen den Rückfluss des Blutes aus den vorderen kontrahierenden in die hinteren bereits wieder erschlafften Abschnitte.

Vom Conus arteriosus zieht kranial längs der ventralen Fläche des Vorderdarmes ein medianes Gefäss — Truncus arteriosus, das sechs zwischen den Schlundtaschen an der lateralen Fläche der Schlundbogen dorsal steigende Zweigpaare entsendet — Schlundgefässbogen (das erste und zweite Paar (Fig. 49, *k*, *h*) erlangt keine grosse Bedeutung, nur die vier hinteren Paare (Fig. 49, 1—4) werden wichtige Bahnen). Sie fallen dorsal in einen rechts und links oberhalb des Vorderdarmes ziehenden Längsstamm, die paarigen Aorten, welche unter dem Achsenskelet in der Wand des Cölomsackes bis in den Schwanz reichend meist zur unpaaren Aorta verschmelzen und nur in den Kopf als paarige Stämme strahlen. Die Aorta sendet zahlreiche verschieden starke Äste an das Kapillarnetz, welches das bindegewebige Gerüste aller Körperorgane durchflicht; jenseits desselben laufen zahlreiche Venen in paarige lateral von der Aorta streichende Hauptstämme — Venae cardinales posteriores des Rumpfes und Venae cardinales anteriores des Kopfes. Die beiden Hauptvenenstämme treiben am vorderen Ende der Leibeshöhle paarige quere Kanäle — Ductus Cuvieri, die am Vorhof einen gemeinsamen unpaaren Abschnitt, den pulsierenden Sinus venosus bilden und alles Körperblut in das Herz zurückleiten; die Venen des Darmkapillarnetzes fallen nicht in die Kardinalvenen, sondern sammeln sich in der grossen Pfortader (Vena portae), um das Kapillargebiet der Leber zu passieren und durch die Lebervene (Vena hepatica) in den Sinus venosus zu gelangen. Die Blutgefässe sind prall vom Blute, einer Art Bindegewebe von flüssiger Zwischensubstanz und darin schwimmenden Bildungszellen, den roten sphärischen Blutkörperchen und den farblosen amöboiden Leukocyten (weissen Blutkörperchen) erfüllt.

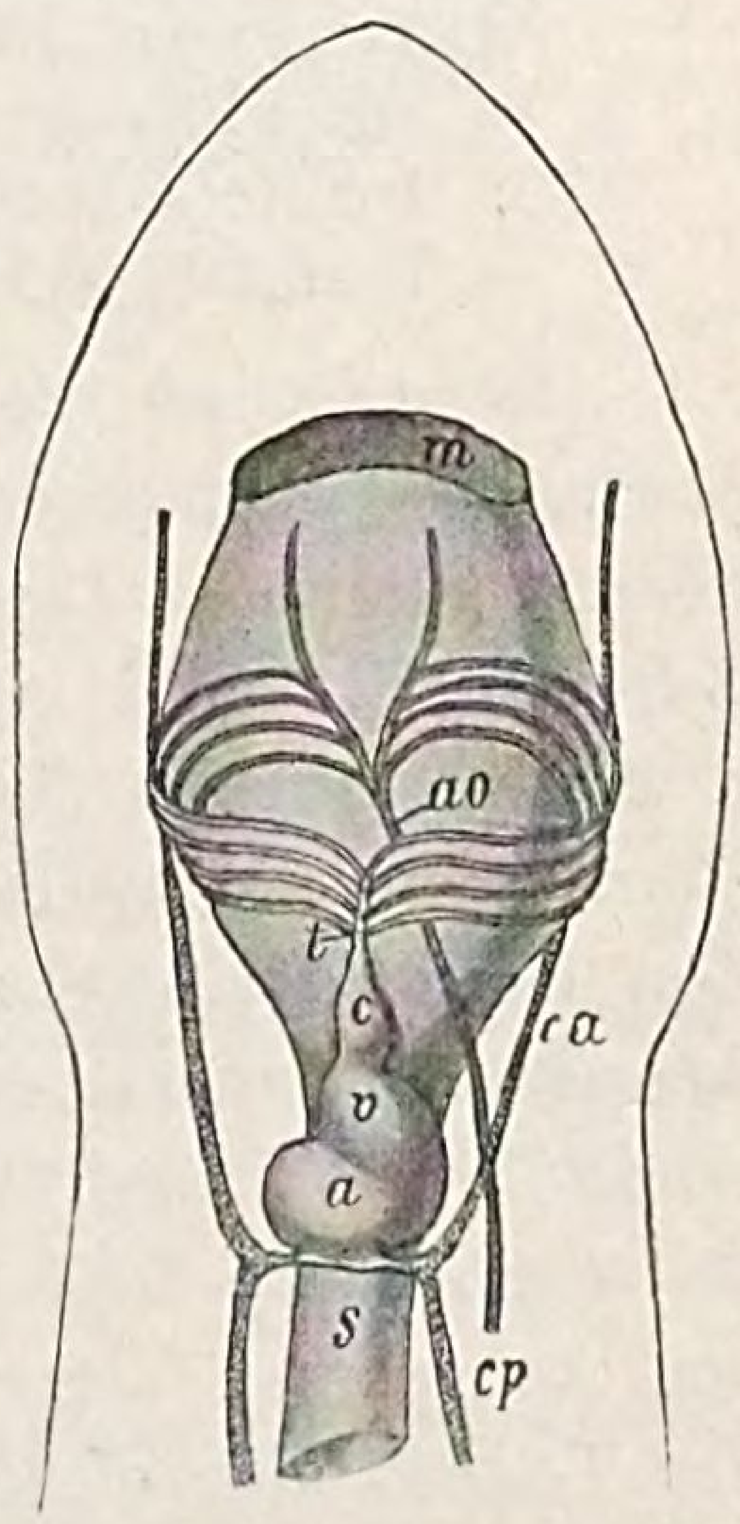


Fig. 46.
Schematische Darstellung des Herzens und seiner benachbarten Gefässstämme bei Fischen. Ventralansicht.

a Atrium, *v* Ventrikel, *c* Conus, *t* Truncus arteriosus, von dem vier Schlundgefässpaare entspringen und an der dorsalen Wand des Schlunddarms in die Aorta *ao* zusammenfliessen, *ca*, *cp* Vena cardinalis anterior, posterior, *s* Ösophagus.

Getrieben von den pulsierenden Kontraktionen des Herzens kreist das Blut im Körper. Da die dünne Wand der Haargefässe endosmotische Strömungen begünstigt, wird die Beschaffenheit des Blutgewebes fast an allen Stellen der Bahn verändert. Besonders dort, wo reiche Kapillarnetze auf weite Flächen verbreitet sind und das Blut langsamer die enge Bahn durchrieselt, treten Stoffe durch die Gefässwand in das Organgewebe, andere dringen aus den Organen in den Blutstrom. Dadurch erschöpft sich das Blut einerseits an Stoffen, die dem Organgewebe assimiliert werden, andererseits schwängert es sich mit chemischen Verbindungen, die aus dem Körper entfernt werden müssen. Zufuhr neuer Stoffe, Abscheidung unnützer Zersetzungsprodukte ist die naheliegende Folge. Diese Veränderung geschieht in besonderen Organen:

1. im Kapillarnetze der bindegewebigen Schicht der Darmwand werden Nährstoffe resorbiert,
2. in der Leber werden diese Nährstoffe umgeformt, aufgespeichert und nach Bedarf wieder dem Blutstrom beigegeben,
3. in den Atemorganen werden die Gase des Blutes erneut,
4. in den Harnorganen werden Wasser, Salze und stickstoffhaltige Verbindungen — Harnstoff, Harnsäure abgeschieden.

Hauptsächlich die Form und Lage der Organe, deren Kapillarnetze den Sauerstoff des umgebenden Mediums gegen Kohlensäure eintauschen, beeinflusst Gestalt und Lage des Herzens und der Schlundgefässe. Obgleich der Gaswechsel überall möglich ist, wo Blut nahe Wasser oder Luft strömt, z. B. in der Haut, dienen als Atemorgane vorzüglich sackförmige Teile des Vorderdarmes, entweder die Schlundtaschen oder die Lungen. Beide sind dem Herzen benachbart: Die Schlundtaschen liegen vor, die Lungen hinter demselben. Ihre aus einschichtigem Entoderm und Bindegewebe gefügte Wand sendet in das Lumen kleine Falten, um den Inhalt der respirierenden Fläche zu vergrössern. Dem Bindegewebe sind reiche Kapillarnetze eingelagert: in den Atemplatten der vorderen und hinteren Wand jeder Schlundtasche, in den Lungen aber die gesamte Wand durchflechtend.

Um die für die Unterhaltung des Lebensprozesses notwendige Energie der Atmung zu erreichen, müssen grosse Massen der Gas austauschenden Medien in Berührung kommen. Deshalb treiben die Atembewegungen ununterbrochen neue Mengen Wassers oder Luft an die fein gefältelte Binnenfläche der Atemsäcke, während Tausende kleiner Blutströmchen deren Kapillarnetz durchrieseln.

Fische.

Da die Schlundtaschen der das Wasser bewohnenden Fische während des ganzen Lebens respiratorische Bedeutung besitzen, indem rhythmisch ein in die Mundhöhle eingesogener Wasserstrom an den Atemplatten vorbeigeleitet wird, bilden die Schlundgefässe reiche Kapillarnetze in den Atemplatten. Zwar das erste und zweite Paar der Schlundbogengefässe, das vor und hinter der ersten Schlundtasche liegt, wird frühzeitig zurückgebildet; aber die vier hinteren Paare zerfallen an den Schlundbogen aufsteigend in:

1. je einen ventralen vom Truncus entspringenden Stamm — Kiemenarterie Arteria branchialis,
2. die Kapillarnetze der Atemplatten,
3. je einen dorsalen in die Aorten mündenden Stamm — Kiemenvene, Vena branchialis. (Fig. 47 und 49, B.)

Die weiten dünnwandigen, nur spärliche Klappen enthaltenden Kardinalvenen leiten das kohlensäurereiche Blut aus den Kapillargebieten der entsprechen-

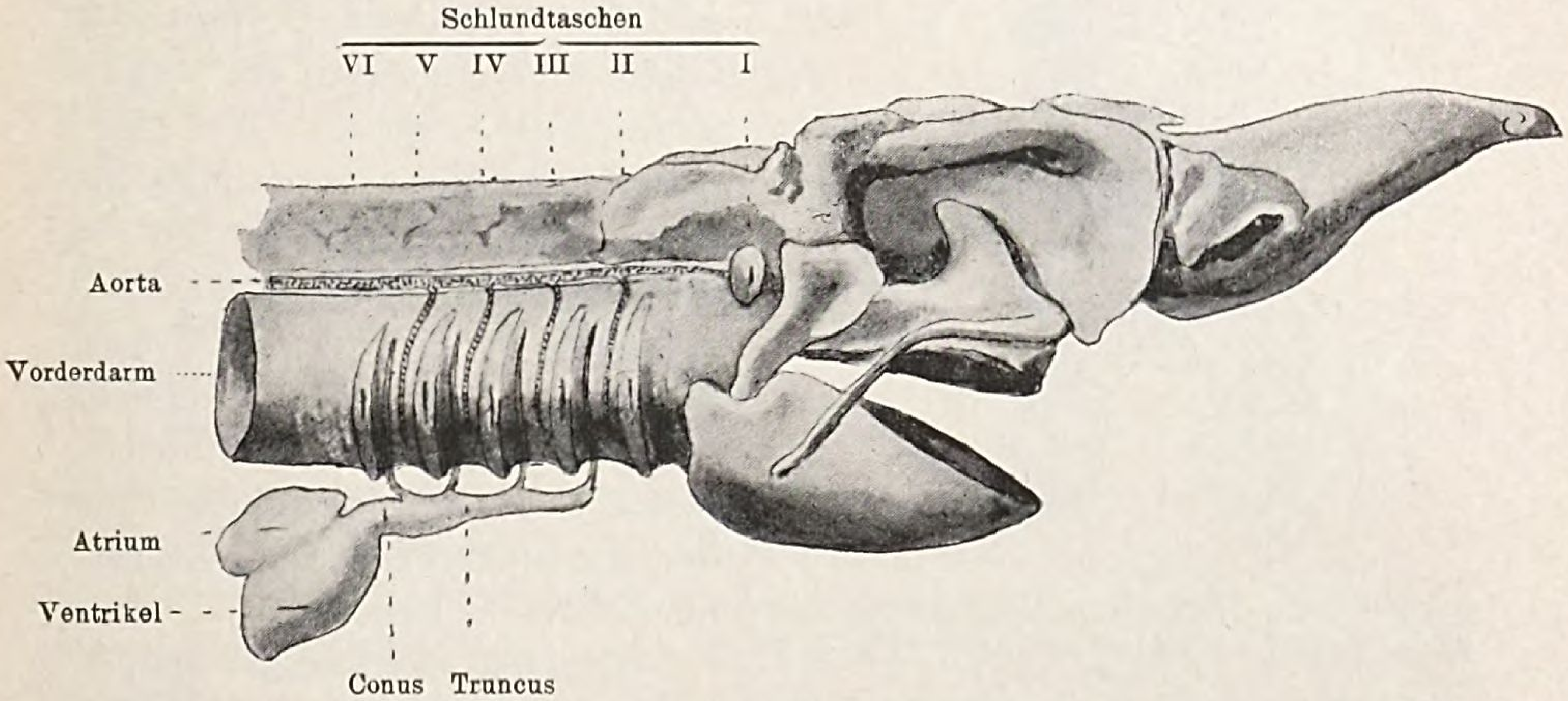


Fig. 47.

Dornhai. In die Profilansicht des Schädels ist der Vorderdarm mit den sechs Schlundtaschen und das Herz sammt den Kiemenarterien und Kiemenvenen (punktiert) eingezeichnet. Das Hyomandibulare ist entfernt gedacht, um die erste Schlundtasche sichtbar zu machen.

den Körperhälfte in den Vorhof. Der kontrahierende Herzschlauch treibt es durch den vom Conus median vorspringenden Truncus arteriosus der Kiemenarterien in die Kapillarnetze der Atemplatten, aus welchen es sauerstoffreich in die Aorta fällt und durch den Körper verbreitet wird. In den arteriellen Bahnen kreist deshalb sauerstoffreiches Blut, in den venösen Gefässen kohlensäurereiches Blut. Die Grenze beider Stromgebiete liegt im Kapillarnetze der Atemplatten.

Der mächtige Conus birgt mehrere Reihen taschenförmiger Klappen. Da der Truncus bei verschiedenen Arten verschiedene Länge gewinnt, liegen die Ursprungsstellen der Kiemenarterien näher oder ferner dem Conusende. Die Wurzel des Kiemenarterienstammes schwillt oft als muskulöser, jedoch nicht kontraktiler Bulbus arteriosus an, dann bleibt der Conus sehr klein und es steht nur eine Klappenreihe zwischen Kammer und Bulbus.

Luftatmende Tiere.

Nicht allen Fischen dienen die Schlundtaschen allein als Organe des respiratorischen Gaswechsels. Bei einigen Arten (wenige Ganoid-

fische und die Lungenfische) wird auch das Kapillarnetz der Schwimmblasenwand für die Atmung wichtig, indem die Höhle der Schwimmblase mit atmosphärischer Luft gefüllt wird. Das sauerstoffreich gewordene Blut der Schwimmblase, dessen Schnelligkeit im Kapillargebiete gemindert wird, fällt aber nicht mehr in die Hauptvenen des Rumpfes, sondern wird von besonderen paarigen Gefässen — Lungenvenen, Venae pulmonales direkt in den Herzschlauch zurückgeleitet, um dort einen neuen Stoss zu empfangen und auf dem Wege durch die Schlundtaschen-Kapillaren in das arterielle System zu gelangen. Im Herzen mischen sich also beide Ströme des kohlensäurereichen Körpervenenblutes und des sauerstoffreichen Lungenvenenblutes mit einander.

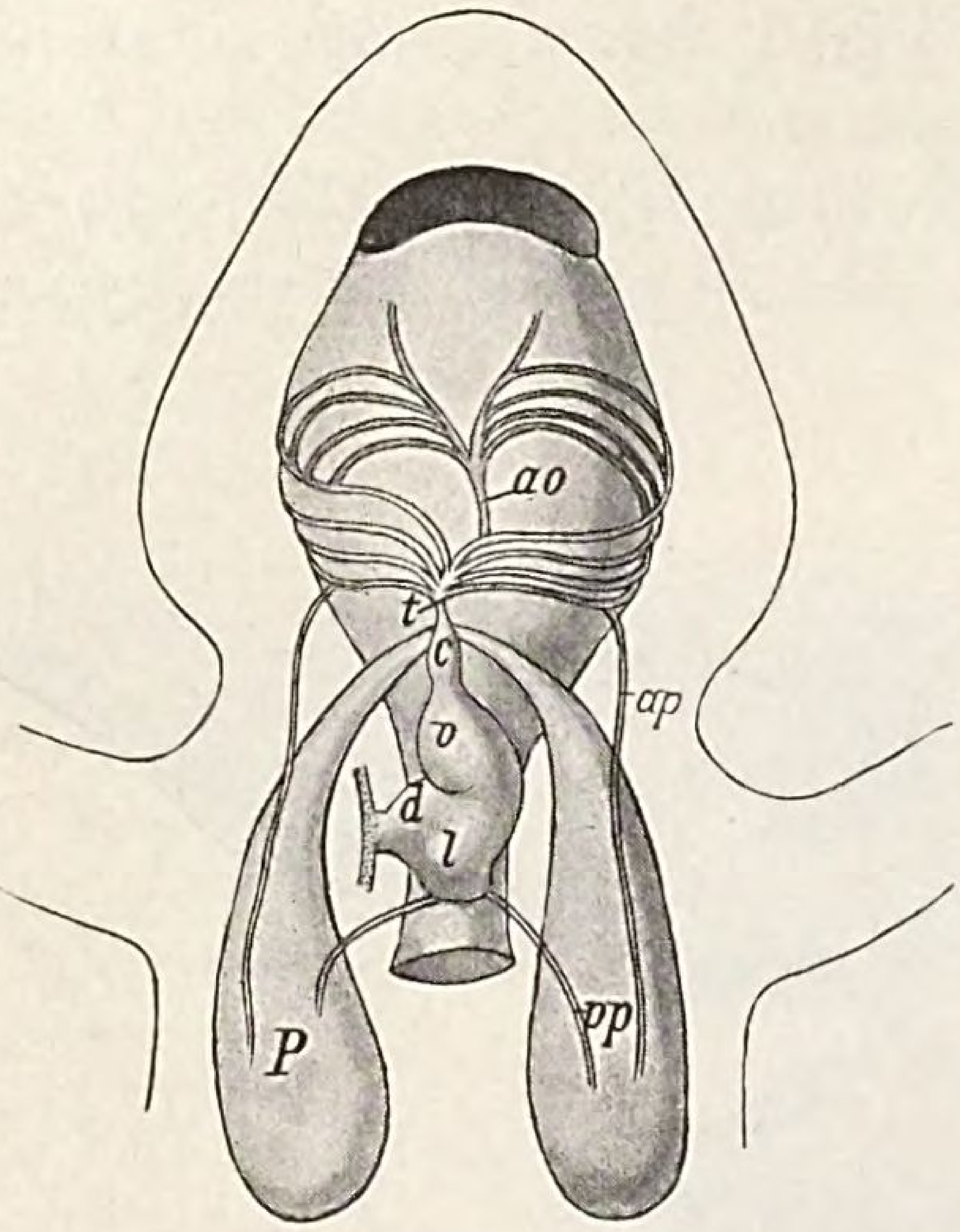


Fig. 48.
Schematische Darstellung des Herzens und seiner benachbarten Gefässstämme bei Luftatmern.

P Lungensäcke, *d* rechter, *l* linker Vorhof, *v* Ventrikel, *c* Conus, *t* Truncus, *ao* Aorta, *ap* Arteria pulmonalis, *vp* Vena pulmonalis.

Der Bau des Herzens spiegelt das Auftreten des neuen Atemorganes wieder durch unvollkommene Einrichtungen, welche beide Blutsorten zu scheiden bestimmt sind. Denn der Sinus venosus wird ganz, das Atrium durch einen Muskelgrat — Septum atriorum unvollständig in zwei ungleiche Abteilungen zerfällt. Das sauerstoffreiche Blut der Schwimmblasenvenen füllt die kleinere linke Hälfte beider Räume, während die rechte Hälfte das kohlensäurereiche Blut der Körpervenen sammelt. Da die Scheidewand beider Vorhöfe unvollständig bleibt und die beiden Atria nur durch ein Ostium atrioventriculare in die stets einfache Herzkammer münden, werden die beiden Blutsorten im Herzschlauche gemengt, obgleich eine innere Muskelleiste im Atrium und Ventrikel die vollständige Vermischung beider Ströme hindert. Längsreihen von Klappen des Conus, die häufig durch Verwachsung eine Längsfalte bilden, leiten den Blutstrom aber so, dass das sauerstoffreiche Blut der linken Herzhälfte vorzüglich in die erste und zweite Kiemenarterie, das kohlensäurereiche Blut der rechten Herzhälfte in die dritte und vierte Kiemenarterie gelangt.

Der Truncus arteriosus ist kurz, die Wurzeln der Kiemenarterien stehen direkt am Conusende.

Alle vier Paare Kiemenvenen münden in die Aorta, nur von dem vierten Bogenpaare zweigt meistens je ein Ast — Arteria pulmonalis zur Schwimmblase, um wenig durchgeatmetes Blut in deren Kapillarnetz zu leiten.

Amphibien.

Alle Amphibien atmen während der ersten Zeit des selbständigen Lebens (manche immer) durch das respiratorische Kapillarnetz der Schlundgefässe in den äussern Kiemen, während der respiratorische Wert der Lungensäcke des Vorderdarmes zurücksteht. Deshalb ist der vordere Abschnitt des Cirkulationssystemes den Einrichtungen der doppelatmenden Fische ähnlich. Die mehr oder minder vollständig geschiedenen Vorhöfe empfangen das Blut der klappenlosen Lungenvenen (linker Vorhof) und der Körpervenen (rechter Vorhof mit Sinus venosus) und leiten es durch **ein** Ostium atrioventriculare in die einfache Kammer. Dort mischen sich beide Ströme, wenn dies nicht schon in den Vorhöfen teilweise geschah. Der Conus trägt eine kaudale und kraniale Querreihe von Klappen, von denen eine kraniale Klappe in eine das Lumen des Conusrohres spaltende Längsfalte ausläuft. Die Wurzeln der 4 Schlundgefässpaare (Fig 49, *C*, 1—4) liegen neben einander ganz dicht am vordern Conusende, vereint zu einem äusserlich einfach erscheinenden breiten kurzen Stamme — Truncus arteriosus. Seine Zweige steigen am II.—V. Schlundbogen auf: die drei vorderen vom Truncus ausstrahlenden Bogenpaare lösen sich in das Kiemenkapillarnetz auf, dessen Venen in der Aortenwurzel zusammenfliessen, indess das 4. Paar gewöhnlich als einfacher nicht kapillarisierter Stamm direkt zur Aortenwurzel zieht und je einen Seitenast — Arteria pulmonalis zur Lunge schickt. So gelangt wie bei den Fischen sauerstoffreiches Blut der Kiemenvenen in die arteriellen Kanäle.

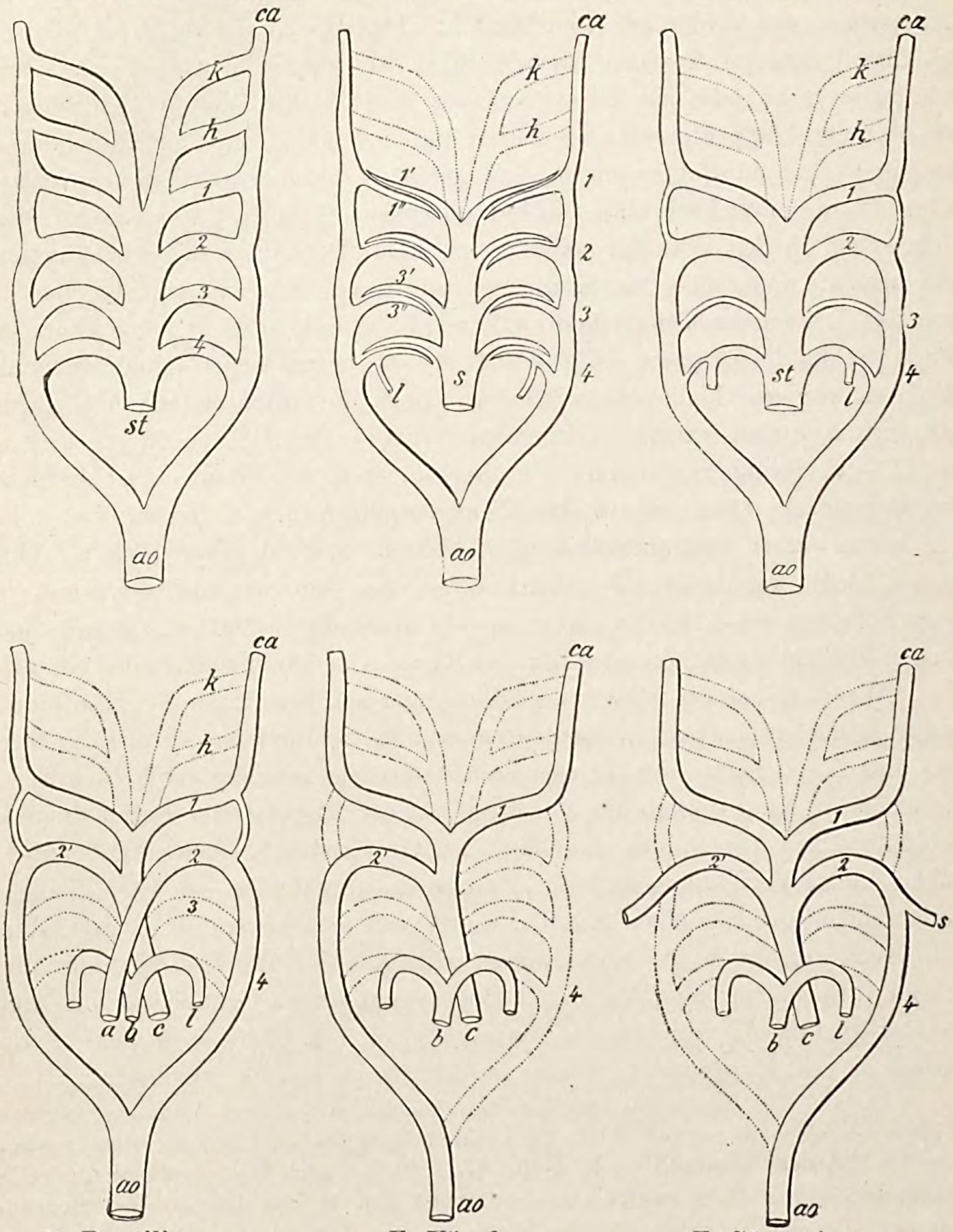
Wenn später die Larven der Salamander und Frösche in die geschlechtsreifen Formen umgewandelt werden, schwinden Schlundtaschen und Kiemen und das Kapillarnetz der Lungen muss das Sauerstoffbedürfnis der Tiere befriedigen. Nun werden die Blutwege in der Gegend der verkümmerten Schlundtaschen umgebildet und das Kapillarnetz der Kiemen ausgeschaltet, indem kleine Verbindungsäste — Anastomosen der an den Kiemenbogen verlaufenden gleichnamigen Arterien und Venen sich erweitern, so dass Blut vom Herzen direkt in die Aortenwurzel gelangt. Von der letzteren wird das 1. und 4. Bogenpaar abgelöst, der 3. Bogen geht oft zu Grunde, so dass nur der 2. Bogen das Herzblut in die Aorta leitet. Der 1. Bogen zieht als Arteria carotis in den Kopf, der 4. Bogen als Arteria pulmonalis in die Lungen.

Da nun das sauerstoffreiche Lungenvenenblut des linken Vorhofes und das kohlensäurereiche Körpervenenblut des rechten Vorhofes im Vorhofe selbst, sicher aber im Ventrikel gemischt wird, kreist (Salamander) nach der Verwandlung hochgradig gemischtes (d. h. relativ sauerstoffarmes) Blut in den Körper- und Lungenarterien. Bei den Fröschen hingegen leitet die Spiralfalte des Conus den Strom so, dass das kohlensäurereiche Blut des rechten Vorhofs nur in den vierten Bogen gelangt, während die ersten und zweiten Bogen hauptsächlich sauerstoffreiches Lungenblut erhalten. Auch die Hautgefässe werden respiratorisch ausgenützt, indem ein Seitenast der Art. pulmonalis, die Art. cutanea kohlensäurereiches Blut ihnen zuleitet. Das sauerstoffreich gewordene Blut der Hautkapillaren wird venösen Bahnen zugeführt, weshalb auch bei Fröschen keine scharfe Scheidung der Gebiete beider Blutsorten statt hat.

Amnioten.

Herz und Lungen werden durch die Entfaltung der Halsregion weiter vom Kopfe entfernt, obwohl sie ihre angestammte Lage im vordersten Ab-

A. Typische Anordnung **B. Fische** **C. Schwanzlurche**



D. Reptilien **E. Vögel** **F. Säugetiere**

Fig. 49.

Schematische Übersicht der Umbildungen, welche die Schlundgefässe der Wirbeltiere erleiden. Nach Boas. Das um den Vorderdarm gekrümmte Spangenwerk der sechs Bogenpaare ist auf eine horizontale Ebene projiziert. Die nur kurze Spanne dauernden Gefässe sind mit punktiertem Umrisse angegeben.

k Gefäss am Palatoquadratum, *h* Gefäss am Hyoidbogen, *1—4* Gefässe der folgenden Schlundbogen, *st* und *s* Truncus arteriosus, *ao* Aorta, *ca* Carotis Kopfast der Aorten, *l* Lungenarterien. In Fig. B bezeichnet *1'—3'* die Kiemenarterien, *1''—3''* die Kiemenvenen, (das Kiemenkapillarnetz zwischen beiden ist nicht angegeben).

schnitte der Rumpfhöhle nicht ändern. Weil die Lungensäcke ausschliesslich das respiratorische Bedürfnis befriedigen, gewinnen die Schlundtaschen keine funktionelle Bedeutung und verkümmern, ebenso wie die zugehörigen Schlundbogen und Schlundgefässe. Während in den ersten Lebenstagen die sechs Gefässpaare über dem Vorderdarme in die symmetrischen Aortenwurzeln zusammenfliessen, werden sie bald so umgebildet, dass ein einziges, meist sogar nur ein halbes Bogenpaar den Strom des sauerstoffreichen Blutes in die Aorta, das hinterste Paar das kohlensäurereiche Blut in die Lungen leitet. (Fig. 49, *D*, *E*, *F*.)

I.	Bogenpaar	(*h*) am Palatoquadratbogen	schwinden gänzlich.
II.	„	(*k*) am Hyoidbogen	schwinden gänzlich.
III.	„	(1) von Aortenwurzel gelöst, dauert als Zweig des IV. Paares — Carotis communis.	
IV.	„	(2) führt als weites Rohr das sauerstoffreiche Blut allein in die dorsale Aorta — Arcus aortae, paarig oder unpaar.	
V.	„	(3) verkümmert während der Fötalzeit.	
VI.	„	(*l*) leitet das kohlensäurereiche Blut der rechten Herzhälfte in die Lungen — Arteria pulmonalis.	

Die überdauernden Bogen werden in die Rumpfhöhle zurückgeschoben und ziehen später nicht mehr am Schlunde. Die nur während der ersten Lebenswochen kommunizierenden, später vollständig getrennten Vorhöfe münpen durch zwei Ostia atrioventricularia, die je eine membranöse Klappe sperrt, in den Ventrikel. Eine Längswand desselben trennt das Bett beider Blutsorten. Klappenreihen des unbedeutenden Conus fehlen. Das gemeinsame Wurzelstück — Truncus arteriosus aller Schlundgefässe wird in 3 oder 2 Kanäle (Fig. 49, *a*, *b*, *c*) geteilt, die ebenso vielen Stellen des Ventrikelvorderendes, den von halbmondförmigen Klappen — Valvulae semilunares verschliessbaren Ostia arteriosa entspringen.

Reptilien.

Der Truncus arteriosus wird in drei Kanäle gespalten: einen Stamm (*c*), der in das III. Bogenpaar (1) und den rechten Bogen (2′) des IV. Paares führt; einen Stamm (*a*), der in den linken Bogen (2) des IV. Paares führt; einen Stamm (*b*), der zum VI. Bogenpaar (*l*) führt.

Bei der Mehrzahl der Reptilienarten (Eidechsen, Schlangen, Schildkröten) ist der Längswulst des länglichen Ventrikels und damit die Scheidung seiner Lichtung in eine rechte (kohlensäurereiches Blut der Körpervenen) und linke (sauerstoffreiches Blut der Lungenvenen) Kammer unvollständig. Da ferner am kranialen Ventrikelende drei arterielle Öffnungen mit je einem Paar Semilunarklappen liegen:

Ein Ostium arteriosum der linken Ventrikelhälfte (*c*), sauerstoffreiches Blut in den rechten Aortenbogen und Carotis leitend und

Zwei Ostia arteriosa der rechten Ventrikelhälfte, kohlensäurereiches Blut (*b*) je in den Stamm der Lungenarterie und in den linken Aortenbogen (*a*) leitend, durchströmt gemischtes Blut die arteriellen Bahnen.

Die dünnhäutigen Körpervenen treten in einen gemeinsamen kontraktilen Sinus venosus des stets etwas grösseren rechten Vorhofes.

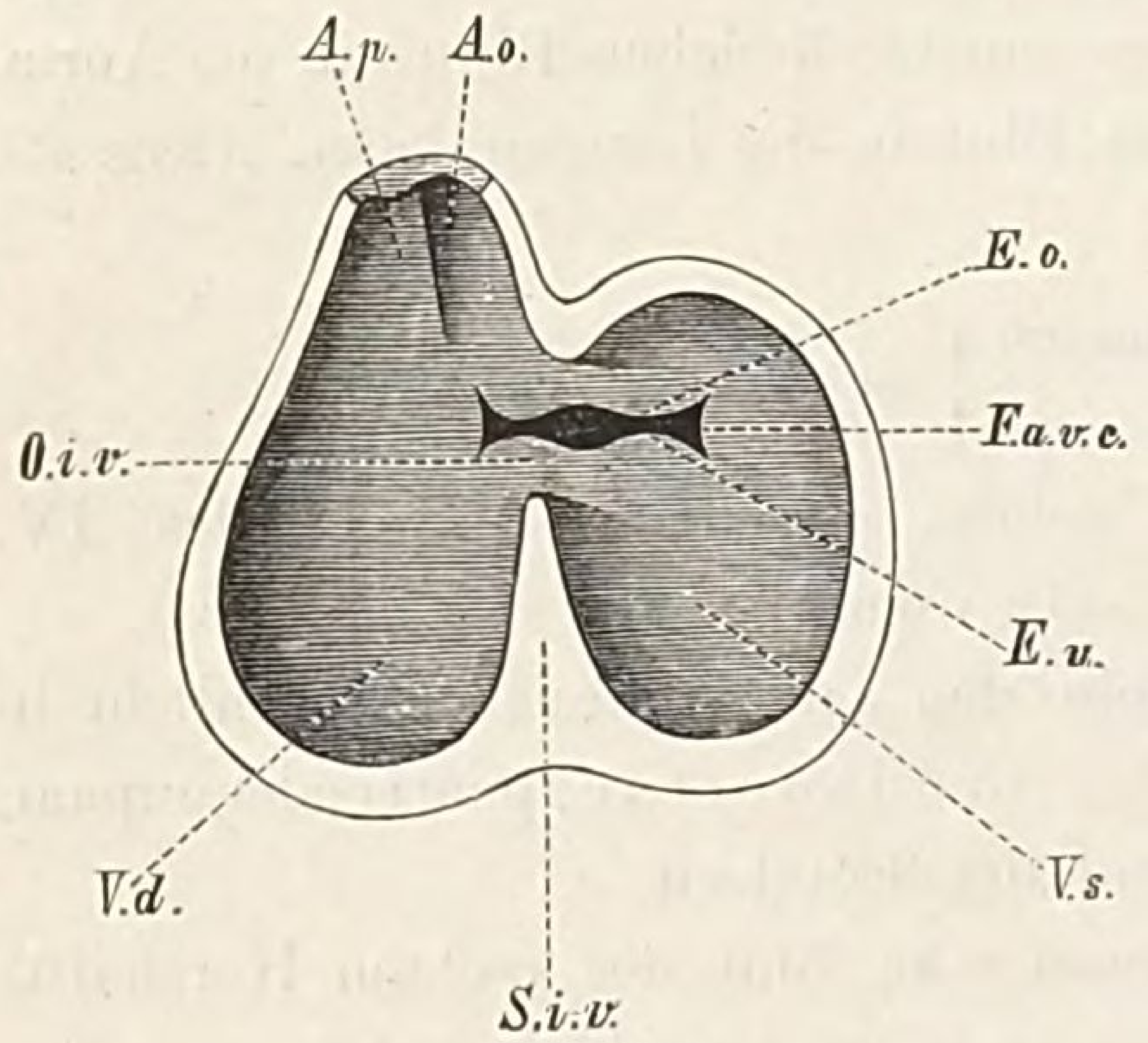


Fig. 50.

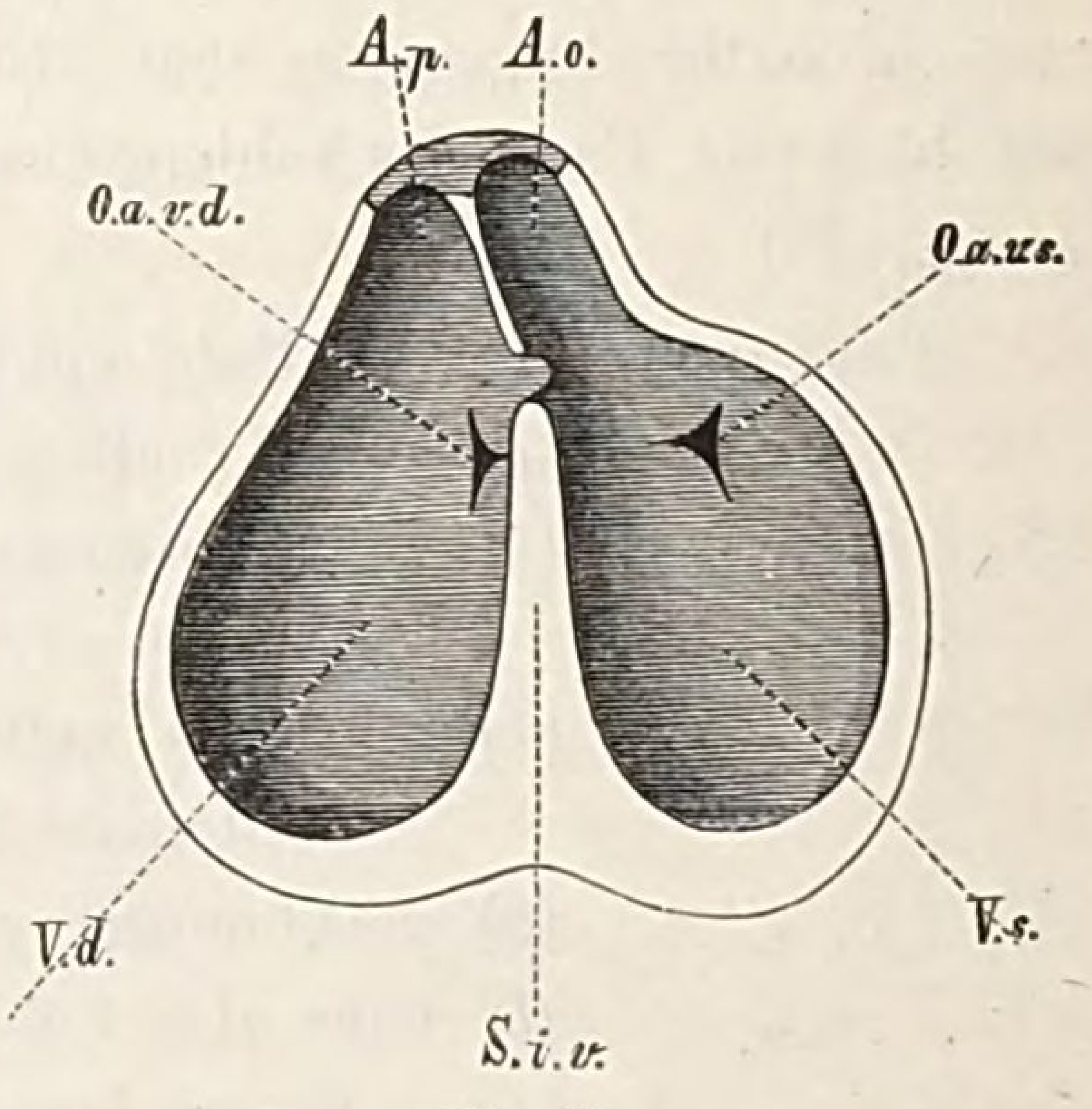


Fig. 51.

Scheidung der Ventrikelregion des Herzschlauches bei jungen Säugetieren. Nach Born.

A.p. Arteria pulmonalis, *E.u.*, *E.o.* untere und obere Falten, durch deren Verwachsung die einfache Atrioventrikularöffnung *F.a.v.c.* in zwei Öffnungen zerfällt, *O.i.v.* die noch ungeteilte Ventrikelhöhle, *A.o.* Aorta, *S.i.v.* Scheidewand der Ventrikel, *V.d.* rechte Kammer, *V.s.* linke Kammer, *O.a.v.d.* rechte Atrioventricularöffnung, *O.a.v.s.* linke Atrioventricularöffnung.

Der Ventrikel des Herzens der Krokodile, Vögel und Säuger ist vollkommen in zwei ungleiche Hälften (der linke Ventrikel ist stärker) geschieden, die Trennung der 4 Herzräume auch durch äussere Furchen markiert. In die Atrioventrikularklappen strahlen Muskeln der Kammerwand ein. Nur die Krokodile erhalten beide Aortenbogen, deren dicht zusammenliegende Stämme jenseits des Ventrikels kommunizieren durch das Foramen Panizzae. Die übrigen reduzieren das vierte Paar der Schlundgefässe (Fig. 49, *E*, *F*, 2) auf einen unpaaren Bogen — Arcus aortae.

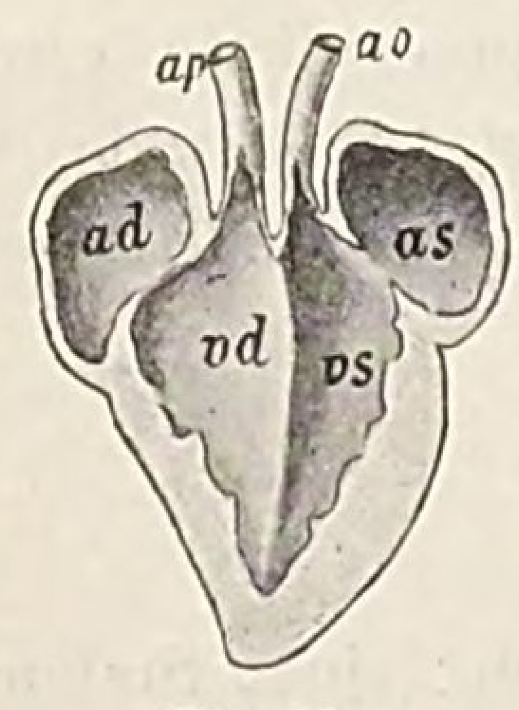


Fig. 52.

Schematischer Längsschnitt durch ein vollkommen gebildetes Herz.

vd Rechter, *vs* linker Ventrikel zwischen beiden die Scheidewand der Kammern, *ad* rechter, *as* linker Vorhof, *ap* Lungenarterien, *ao* Aorta.

Rechter Aortenbogen — Vögel.

Linker Aortenbogen — Säugetiere.

Dieser entspringt aus der linken Kammer und leitet nur sauerstoffreiches Blut, während von der rechten Kammer allein die Lungenarterie abgeht.

Die Venen der Vögel und Säuger sind dickwandig und klappenreich.

Vögel.

Im Vogelherzen sperren 2—3 membranöse Klappen das linke Ostium atrioventriculare; hingegen ist die einzige Klappe des rechten etwas volumi-

nöseren Vorhofes ein dicker Muskelvorsprung der Kammerwand. Die Atrien selbst sind kleiner. Schwache muskulöse Klappen umsäumen die Venenmündungen des Vorhofes. Die Wand des linken Ventrikels ist ungefähr dreimal so dick als die rechte.

Säugetiere.

Der Sinus venosus wird in den rechten Vorhof einbezogen. Der vordere Abschnitt beider Atrien wird rudimentär als rechtes und linkes Herzohr. Embryonal kommunizieren die Vorhöfe durch das Foramen ovale, dessen Randwulst den Isthmus Vieusseni bildet. In die Atrioventrikularklappen springen Teile der Kammerwand vor, die teils muskulös, teils sehnig bleiben. Die muskulösen Bezirke stellen die Papillarmuskeln der Ventrikelwand, die sehnigen Fortsätze die Chordae tendineae der Klappen dar und hindern bei der Kammersystole die Vorwölbung derselben gegen den Vorhof.

Die Veränderungen des Cirkulationsapparates hängen innig mit der Natur der Atemmedien, der Lage der Atemorgane und dem Grade des Sauerstoffhungers zusammen. Die typische Ordnung der Gefässe trennt im Wirbeltierkörper das Stromgebiet kohlensäurereichen Blutes durch die vor dem Herzen liegenden Schlundgefässe scharf von der arteriellen Bahn des sauerstoffreichen Blutes und in den Fällen, wo das die Schlundtaschen passierende Atemwasser den Gaswechsel unterhält, treibt das der venösen Strecke eingeschaltete Herz das Blut direkt in die Atemorgane und weiter in die Körperarterien. Wenn aber die Bedeutung der Schlundtaschen abnimmt, ja sie und die zugehörigen Bogen rückgebildet und die Lungen die Stätten der Sauerstofferneuerung werden, sind die Bahnen des sauerstoffreichen und des kohlensäurereichen Blutes weniger abgegrenzt, weil das sauerstoffreiche Lungenvenenblut in das Herz zurückgeleitet wird und etliche der typischen Schlundgefässe als Verbindungsstrassen zwischen Herz und Aorta dauern. Die Herzkontraktionen treiben nun Blut direkt in die Atemorgane und in die Körpergefässe. Im Herzen sowol wie in den arteriellen Röhren strömt eine Blutflüssigkeit, die verschiedengradig aus Körper- und Lungenvenenblut gemischt das Sauerstoffbedürfnis dieser Tiere befriedigt und trotz seines relativ grösseren Gehaltes an Kohlensäure den normalen Verlauf des Lebensvorganges nicht schädigt.

Erst bei Vögeln und Säugern sind die Stromgebiete wieder scharf getrennt und jeder Ventrikelhälfte ein einziger grosser Gefässstamm eingepflanzt. Das lebhafte Bedürfnis nach Sauerstoff beansprucht intensiven Wechsel der Lungenluft durch die Atembewegungen der Rumpfwand.

Die Wärme des Blutes schwankt bei allen Wirbeltieren, deren Schlundgefässpaare (alle oder eines) während des ganzen Lebens dauern, mit der Temperaturkurve ihrer Umgebung: wechselwarme, poikilotherme Tiere, aber wenn nur ein Aortenbogen vom linken Ventrikel ausgeht, steht die Blutwärme auf konstanter Höhe: gleichwarme, homoiotherme Tiere. Die Blutkörperchen der poikilothermen Tiere sind grosse, die der homoiothermen kleine Zellen.

Lymphgefässe.

Später als die Blutkanäle erscheinen die mit dem venösen Abschnitte verbundenen Lymphgefässe, welche die aus den Kapillaren in das Organgewebe diffundierte Flüssigkeit sammeln und in die Blutgefässe zurückleiten. Sie stellen weite, die Arterien (selten Venen) umscheidende Räume (niedere Wirbeltiere) oder wirkliche Gefässe mit Faltenklappen (Vögel, Säuger) dar. Selten entwickeln sich stärkere Stämme dieses Systemes; an Stelle einfacher Äste liegt ein Netz zahlreicher feiner und anastomosierender Zweige. Besonders in der Wand des Darmes ist ihr Gezweige entfaltet, um resorbierte Nahrungsstoffe einzusaugen und der Blutflüssigkeit zuzuführen — Chylusgefässe. Kontraktile Abschnitte — Lymphherzen kommen Fischen, Amphibien und Reptilien zu. Die Lymphgefässe münden an verschiedenen Stellen:

in Jugular- und Schwanzvene	der Fische,
am Schwanz	der Amphibien,
in Vena brachiocephalica	der Reptilien und Vögel,
in Vena subclavia sinistra	der Säuger.

Voluminöse Maschennetze der Lymphgefässe — Lymphdrüsen, welche die Bildungscentra der Lymphzellen darstellen, werden erst bei Säugetieren mächtiger entfaltet. Als grösseres Organ gleicher Funktion kommt allen Wirbeltieren die nahe dem Magen liegende Milz zu.

VI.

Das Nervensystem.

Als nervöses Centralorgan (Fig. 3, S. 4) liegt oberhalb der Chorda ein dickwandiges epitheliales Rohr — Nervenrohr, dessen vorderes Ende in der Schädelkapsel blasig aufgetrieben ist. Dadurch entsteht der Gegensatz des hinteren langen Rückenmarkrohres — Medulla spinalis mit engem Centralkanal und der vorderen breiten Gehirnblasen. Schlauchförmige Bindegewebslagen samt Blut- und Lymphgefässnetzen umscheiden das Nervenrohr. Sie bilden drei Schichten: innen maschiges Bindegewebe mit feinen Gefässen — Pia mater und Arachnoidea, aussen eine derbe straffe Hülle, welche dem axialen Skelet ansitzt — Dura mater.

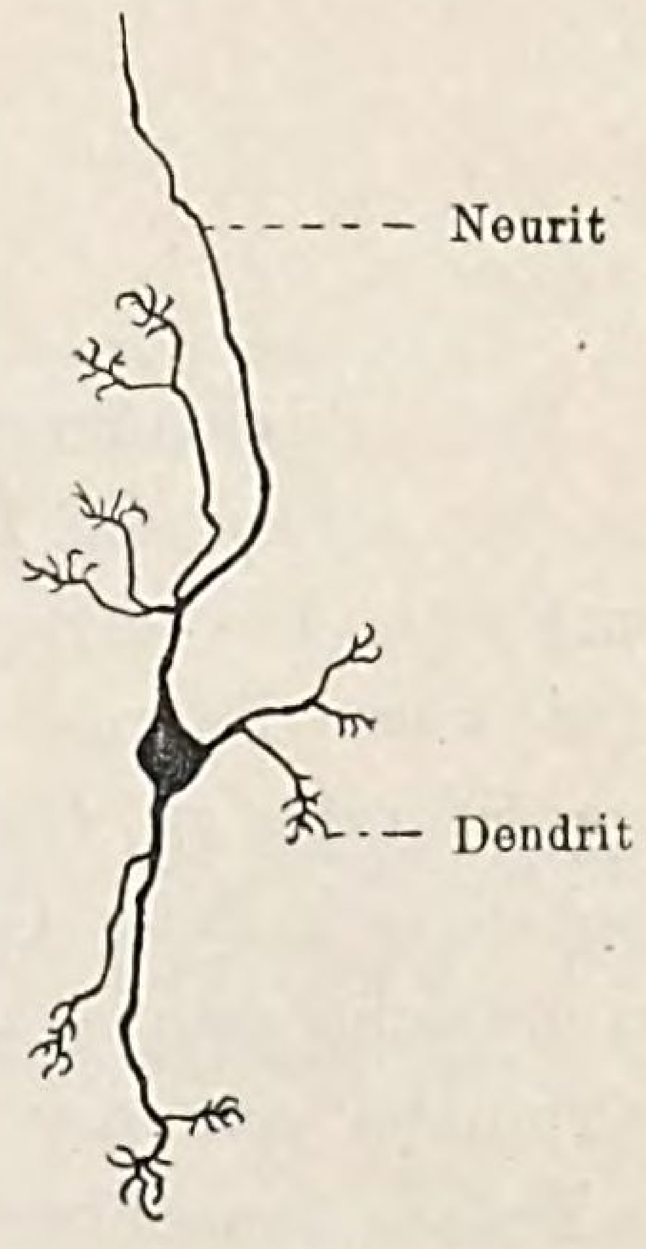


Fig. 53.
Ganglienzelle mit krallenartigen Dendriten; aus der Körnerschicht des Kleinhirns des Menschen. 110 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff.

Das epitheliale Gefüge der Wandzellen bleibt nur rings der Binnenhöhle erhalten, die äusseren Schichten aber differenzieren sich in Ganglienzellen, marklose und markhaltige Nervenfasern, und verästelte Stützzellen — Neurogliazellen; ausserdem dringt Bindegewebe der Arachnoidea samt Blut- und Lymphgefässen in die ursprünglich epithelialen Lagen. So wird das Nervenrohr umgewandelt und seinem maschigen Stützgerüste, das von den langen faserigen und verästelten Ausläufern der Neurogliazellen gebildet wird, die als Nerveneinheit — Ganglienzelle, Neuron differenzierten Zellen eingelagert. Jede Neuronzelle (Fig. 53) treibt zarte Fortsätze: reich verzweigte Ausläufer — Dendriten und einen Hauptfortsatz — Neurit, der lange auswachsend den Achsencylinder eines markhaltigen Nerven bildet und innerhalb oder ausserhalb des Nervenrohres mit einem feinen Zweigwerke

— Endbäumchen endet. Die verzweigten Dendriten der dicht neben einander liegenden Neuronen hängen nicht zusammen und äussern ihre Thätigkeit durch Kontakt. Die Ganglienzellen funktionieren als nervöse Centra, die Neuriten ziehen als centrifugale oder centripetale Leitungsbahnen der Erregung teils zu den Endorganen, teils zu verschiedenen Regionen des Nervenrohres. Beide liegen bunt durcheinander oder in Ganglienhaufen und Nervenbündel gruppiert. Ganglienherde, durchflochten von markhaltigen und marklosen Nerven bilden die graue Substanz, Nervenbündel die weisse Substanz des Nervenrohres.

Die Neuritenbahnen sind kurz zwischen benachbarten Ganglienkernen, lang zwischen weit entfernten Ganglien; sie verbinden symmetrisch liegende Ganglienhaufen als Kommissuren, welche die Medianebene überschreiten; sie ziehen zwischen ungleichwertigen Centren, entweder als Längsbündel — Associationssysteme nur in einer Wandhälfte des Nervenrohres oder gekreuzt in die andere Hälfte eindringend. Die langen Bahnen, welche periphere Teile mit der Grosshirnrinde verbinden und durch die Einschaltung mehrerer Gangliengruppen unterbrochen sind, werden Projektionssysteme genannt.

So entsteht ein kompliziertes Fasersystem des Nervenrohres, welches nicht bloss die einzelnen Ganglienherde desselben verknüpft, sondern auch in alle Teile des Körpers Nervenstränge entsendet und diese mit bestimmten Gangliengruppen verbindet.

Rückenmark.

Am Rückenmarksrohre, dessen laterale Wand dick, dessen mediale dünn ist, bilden die Faserlagen der weissen Substanz einen Mantel um vier kreuzförmig konvergierende Säulen (Hörner) der grauen Substanz. Die Fasern bilden kurze Bahnen zwischen einzelnen Regionen des Rückenmarkes und lange Stränge zu Ganglienhaufen der Hirnblasen, oft unterbrochen durch zwischengeschaltete Ganglienzellen. In regelmässigen Abständen, immer dem Zwischenraume zweier segmentaler oberer Bogen entsprechend sprossen Faserbündel aus der Rückenmarkswand als Spinalnerven aus, um zu den Teilen benachbarter Regionen zu ziehen. Stets fliessen 2 Faserbündel in einen Spinalnerven zusammen: eine ventrale motorische Wurzel, deren Fasern aus der vorderen Kante und eine dorsale sensorische Wurzel, deren Fasern aus der hinteren Kante der grauen Säulen treten. Der dorsalen Wurzel ist stets ein Haufen von Ganglienzellen — Spinalganglion eingeschaltet. Jeder Spinalnerv spaltet sich in 3 Äste: Ramus dorsalis zur dorsalen Region, Ramus ventralis zur ventralen Region der Cölomwand und Ramus visceralis. Letztere treten in ein unter der Wirbelsäule liegendes engmaschiges Nervengeflecht — Netz des sympathischen Nervensystems zusammen. Die diesem Netze enteilenden sympathischen Nerven

folgen den Gefässen und bilden grosse Geflechte in der Wand des Darmes, der Drüsen, des Herzens und der Gefässe.

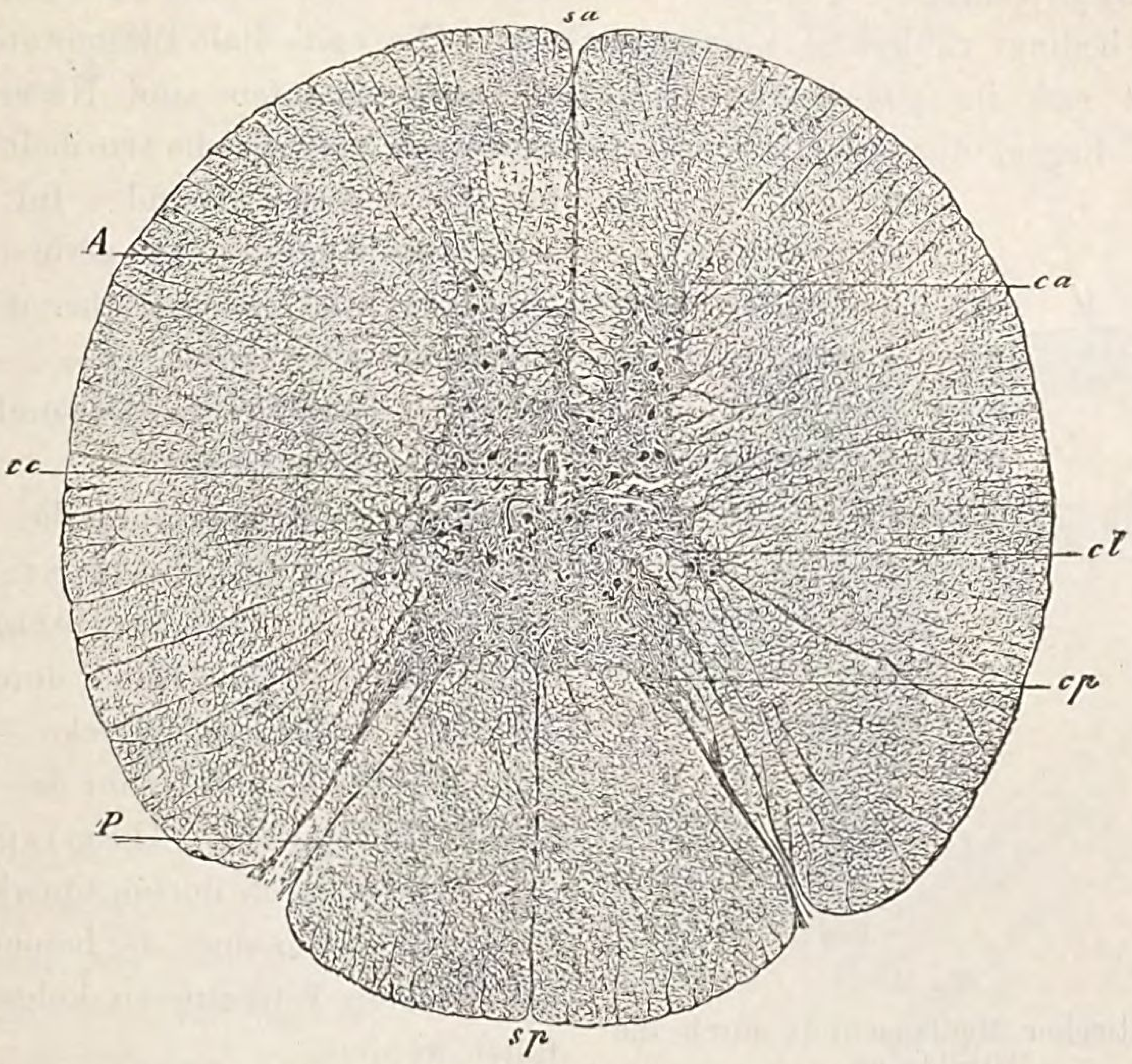


Fig. 54.

Querschnitt durch das Rückenmark eines Affen. Nach Ranvier.

cc Centralkanal. *ca* Vorderhorn. *cp* Hinterhorn der grauen Substanz.

Gehirn.

Das vordere Ende des Medullarrohres schwillt in der Schädelhöhle zu vier hinter einander liegenden Hirnblasen von ungleicher Form, Grösse und Wandstärke an (Fig. 55). Diese und ihre Höhlen werden nach ihrer Lage (oral-kaudal) bezeichnet:

Vorderhirn (*V*)	Ventriculus communis (*v*)
Zwischenhirn (*Z*)	Ventriculus tertius (*III*)
Mittelhirn (*M*)	Aquaeductus Sylvii (*s*)
Hinterhirn (*H*)	Ventriculus quartus (*IV*).

Da der vordere dorsale Teil des Hinterhirns stark verdickt ist, der hintere aber schwach bleibt, wird der vordere Abschnitt als Hinterhirn (*H*) im engeren Sinne, der hintere als Nachhirn (*N*) und seine Höhle als Sinus rhomboidalis unterschieden. In der Gegend des vorderen Chordaendes erleidet das Hirn eine ventrale Krümmung, so dass das Mittelhirn die höchste

Stelle — Scheitelbeuge einnimmt; das Krümmungsknie an der Basis des Mittelhirns bezeichnet die Brückenbeuge.

Ungleichartiges Wachstum der Hirnblasen und einzelner Bezirke derselben bedingt zahlreiche Formvariationen. Die epitheliale Blasenwand differenziert sich im allgemeinen so, dass Ganglienhaufen und Nervenfasern überall liegen, nur ziehen die motorischen Fasern ventral, die sensibeln Fasern in der dorsalen Wand. Im Gegensatze zum Rückenmarke verbreitet sich die graue Substanz auch über die Oberfläche der Hirnblasen.

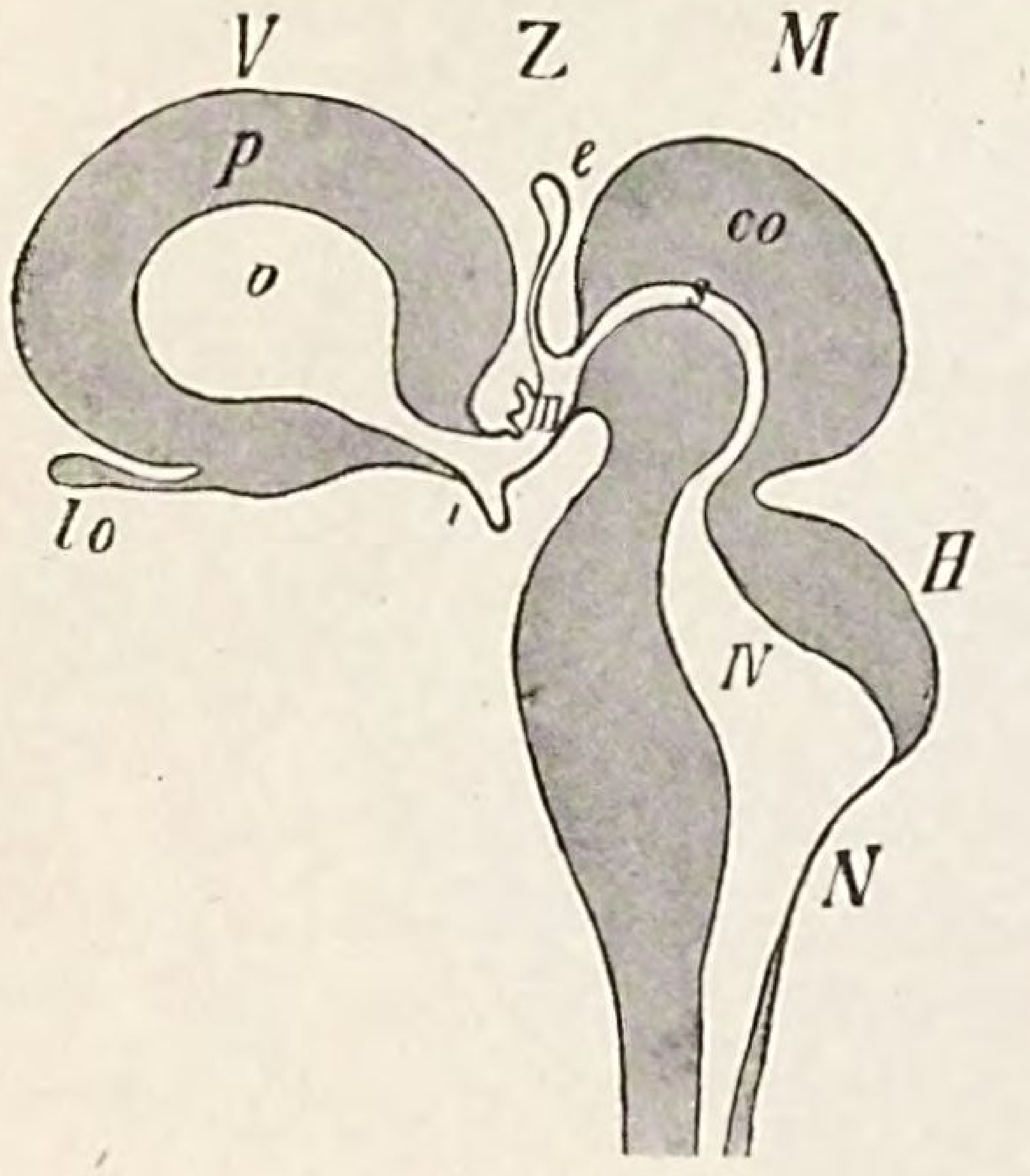


Fig. 55.

Schematischer Medianschnitt durch die Hirnblasen.

V Vorderhirn, *Z* Zwischenhirn, *M* Mittelhirn, *H* Hinterhirn, *N* Nachhirn, *v* Ventriculus communis, *III* Ventriculus tertius, *s* Aquaeductus Sylvii, *IV* Ventriculus quartus, *lo* Lobus olfactorius, *p* Pallium, *e* Epiphyse, *i* Infundibulum.

I. Vorderhirn. Der orale Rand wird als Riechlappen — Lobus olfactorius ausgestülpt, die laterale Wand als ganglienreicher Streifenhügel — Corpus striatum verdickt. Eine mediane Rinne durchfurcht die meist ganglienreiche Decke — Mantel, Pallium und trennt das Vorderhirn in zwei Hälften — Hemisphären (Fig. 62) die durch dorsale Querkommissuren verbunden sind, die besonders bei den höheren Wirbeltieren kolossal entfaltet werden.

II. Zwischenhirn ist schmal und nie median gefurcht. Der dicke Boden springt trichterförmig vor — Infundibulum, ihm liegt eine Seitentasche der Mundhöhle — Hirnanhang, Hypophyse an. Die dünne Decke, deren vordere Grenze durch das Ganglion habenulae gebildet wird, birgt keine oder wenig nervöse Elemente und stützt ein Adergeflecht — Plexus chorioideus der Pia mater. Hinter demselben erhebt sie sich in einen verschieden langen schlauchartigen Fortsatz — Zirbeldrüse, Epiphyse. Die verdickten Seitenwände liefern die graue Substanz der Sehhügel — Thalami optici. Seitliche in die Augennische des Cranium eingeschobene, der äusseren Haut angeschmiegte Blasen des Zwischenhirnes werden napfförmig eingebuchtet und als innere Tapete der Dunkelkammer des Auges verwendet.

III. Mittelhirn. Das dicke ganglienreiche Dach — Corpus opticum ist median gefurcht, seine vordere Grenze bildet die Comissura posterior. Im Boden und den Seitenteilen liegen dicke Fasermassen, die teilweise den Grosshirnschenkeln — Pedunculi cerebri der höheren Wirbeltiere entsprechen.

IV. Hinterhirn. Das dicke Dach bildet das Kleinhirn — Cerebellum. Im Boden mächtige Faserbündel.

V. Nachhirn. Die dünne ganglienlose Decke stützt ein Adergeflecht — Tela chorioidea der Pia mater. In der dicken faserreichen, Ganglienkerne enthaltenden Seiten- und Bodenwand, dem verlängerten Marke — Medulla oblongata ziehen die langen Bahnen ins Rückenmark (die sensibeln dorsal, die motorischen lateral).

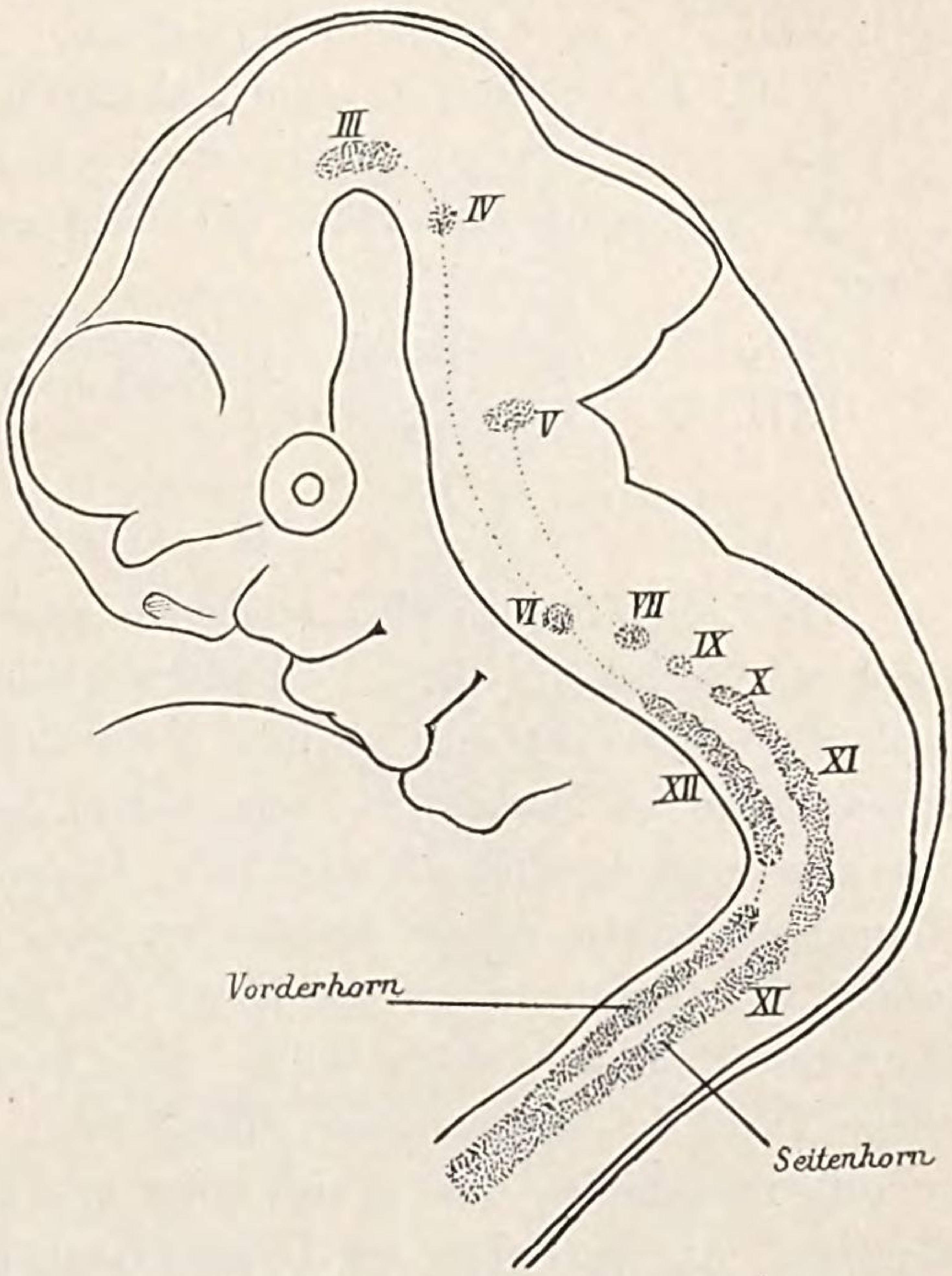


Fig. 56.

Kopf eines menschlichen Embryos, Profilprojektion des Gehirnes mit den Kernen der motor. Kopfnerven, schematisiert nach His.

III Oculomotorius, *IV* Trochlearis, *VI* Abducens, *V* motor. Teil des Trigeminus, *VII* Facialis, *IX* Glossopharyngeus, *X* Vagus, *XI* Accesorius, *XII* Hypoglossus.

Nerven.

Dem Hirne entspringen Nerven, jedoch nicht allen Bläschen. Aus dem Lobus olfactorius des Vorderhirnes ziehen die Fasern des I. Nervus olfactorius zum Epithel der Geruchsgruben.

Als II. N. opticus wird der seitliche cylindrische Stiel des Zwischenhirnes bezeichnet, der zu den Augenblasen zieht. Seine Fasern strahlen in das Dach des Mittelhirnes.

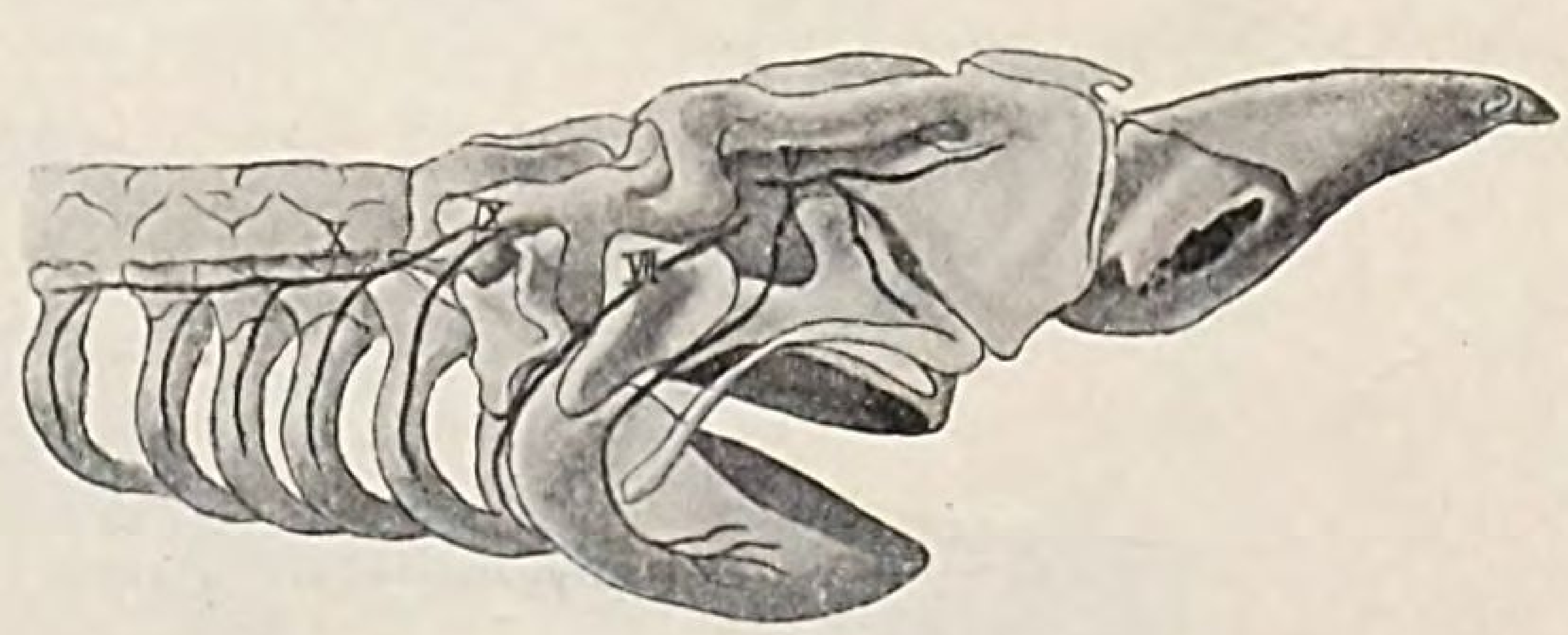


Fig. 57.

Hirnnerven des Dornhaies in die Profilansicht des Schädels eingezeichnet.

V N. trigeminus, *VII* N. facialis, *IX* N. glossopharyngeus, *X* N. vagus.

Dem ventralen Boden des Mittelhirnes entspringt III. N. oculomotorius und zieht zu den drei geraden (Rectus superior, inferior, internus), dem unteren schiefen Augenmuskel und der Iris.

Von der Mittelhirnwand zieht ferner IV. N. trochlearis zum oberen schiefen Augenmuskel.

Aus dem Hinterhirn (Boden des 4. Ventrikels) V. N. trigeminus zu dem Kieferbogen.

VI. N. abducens zum äusseren geraden Augenmuskel (Rectus externus)

VII. N. facialis zum Hyoidbogen.

VIII. N. acusticus zum Labyrinthorgane.

IX. N. glossopharyngeus zu I. Kiemenbogen und Schlund.

X. N. vagus zum IV.—VII. Schlundbogen, Pharynx, Schwimmblase, Lunge.

(XI.) N. accessorius
(XII.) N. hypoglossus } Spinalnerven, welche häufig durch den hinteren Abschnitt der Schädelhöhle ziehen und deshalb als Kopfnerven gezählt werden.

Haifische.

Die Lobi olfactorii sind ungemein gross, hohl und weit von der Medianebene weggeschoben. Das Vorderhirn bleibt eine glatte an vier Seiten abgeplattete Blase mit sehr kleinem Ventrikel (selten median gefurcht). Das Zwischenhirn ist beträchtlich, sein Boden hinter dem Trichter zu den Lobi inferiores angeschwollen. Massenhafte, in den kaudalen Trichterteil wachsende Blutgefässe bilden, dessen Epithel vor sich her treibend, den Saccus vasculosus. Der Epiphysenstiel ist lang, die Epiphysenblase liegt oft unter der Haut ausserhalb der Schädelhöhle. Eine Medianrinne durchfurcht das nervenreiche Dach des ansehnlichen Mittelhirns. Das Hinterhirndach ist oft so gewaltig ausgebildet, dass es sich faltet und den grössten Teil des Mittelhirnes überragt. An den Seiten des grossen Nachhirnes liegen die Corpora restiformia.

Knochenfische.

Die Lobi olfactorii liegen dicht zusammen. Das sehr dünne Pallium des Vorderhirnes bleibt epithelial, der Boden bildet mächtige Streifenkörper.

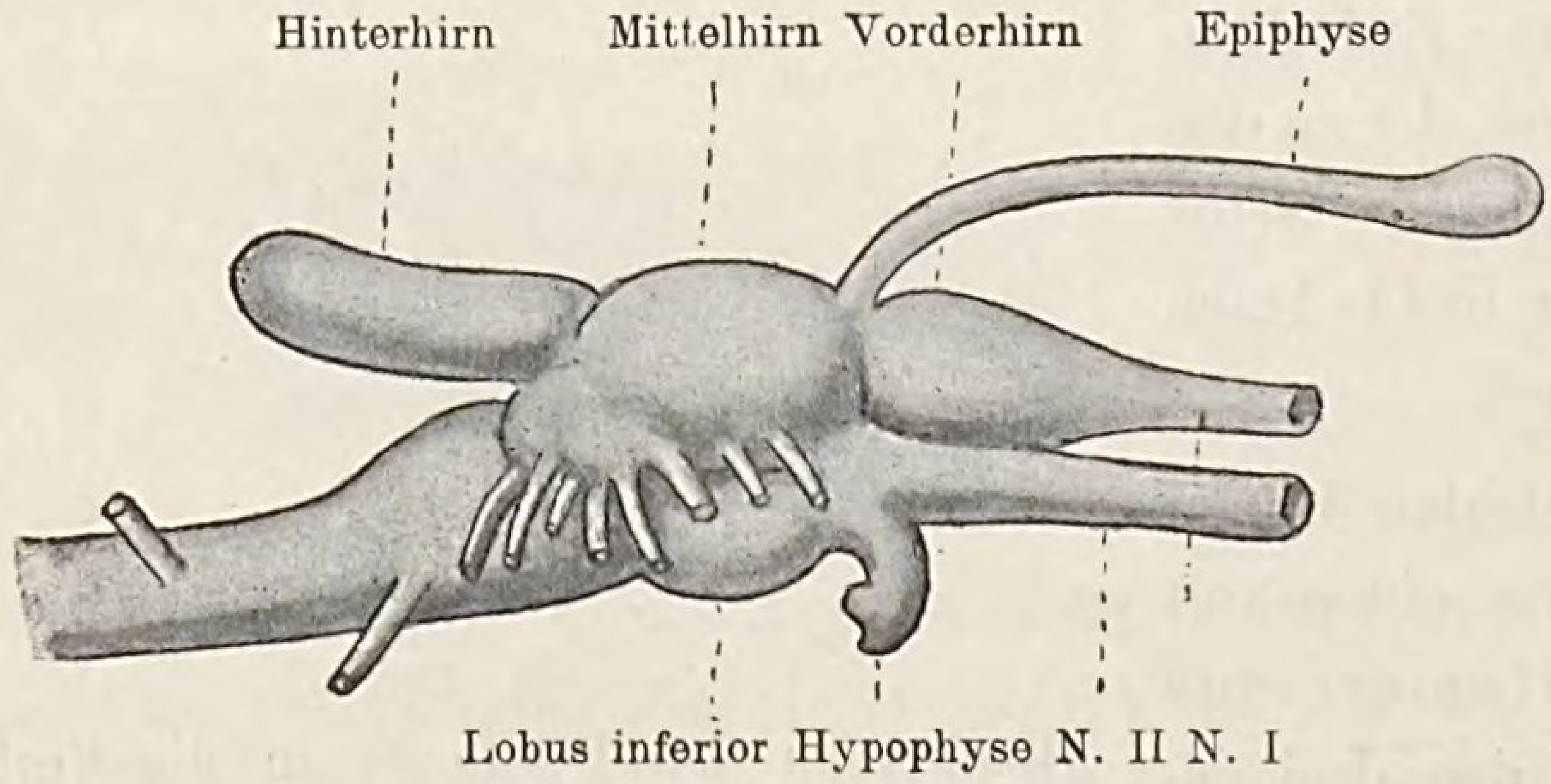


Fig. 58.

Gehirn des Stockfisches — Gadus morrhua. Seitenansicht. Natürl. Grösse. Nach Cattie.

Das Mittelhirn überwulstet die Decke des Zwischenhirnes, die Zirbel ist lang gestielt, der Zwischenhirnboden treibt einen grossen Anhang — Lobus inferior. Am Kaudalende des Trichters hängt der Saccus vasculosus. Das

grosse Mittelhirn ist median gefurcht. Das Dach des unpaaren Hinterhirns ist enorm gross, dass es nicht bloss stark dorsal vorspringt, sondern sich auch unter das Mittelhirndach einschiebt. Das grosse Nachhirn trägt seitliche Anschwellungen — Lobi posteriores.

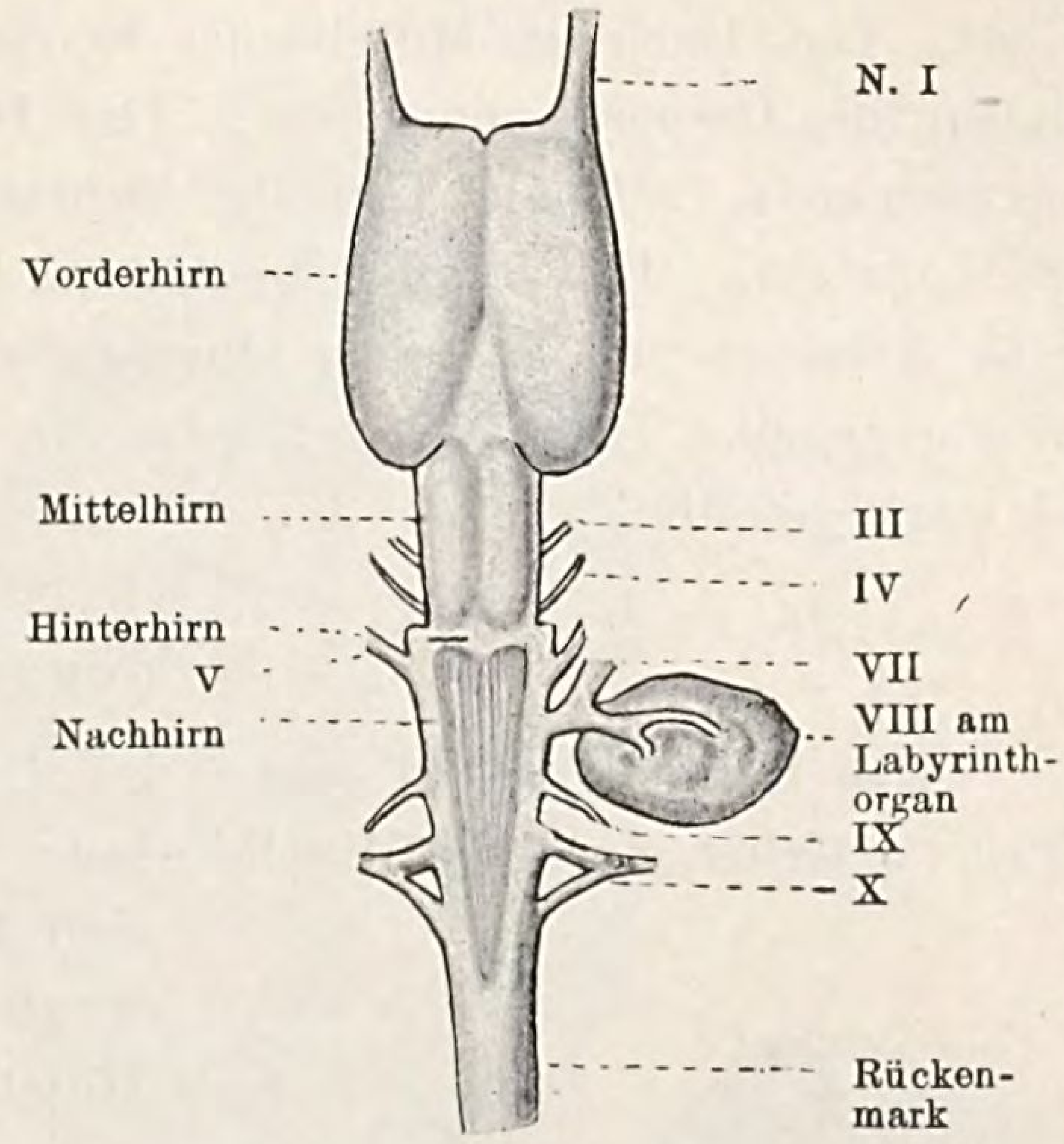


Fig. 59.

Gehirn des Axolotls. Nach Fischer. 4 mal vergr.

Amphibien.

Die Achsenkrümmung der langgestreckten Hirnblasen verstreicht später. Das Vorderhirn ist in zwei symmetrische Hemisphären, und der Ventriculus communis in zwei Seitenventrikel zerfallen. Die Lobi olfactorii sind dem Vorderhirn direkt angefügt, ihre Höhle kommuniziert mit den Seitenventrikeln. Der Mantel ist dick, enthält aber wenig Ganglienzellen. Corpus striatum schwächer.

Das Zwischenhirn ist frei oder verdeckt, der Zirbelschlauch endet als Stirnfleck an der Kopfhaut und degeneriert später bindegewebig. Das median gefurchte Mittelhirndach ist wenig entwickelt. Das Hinterhirn ist einfach, sein Dach nur eine dünne Querplatte. Das Nachhirn ist gross und flach.

Reptilien.

Das Vorderhirn ist in zwei grosse breite Hemisphären geteilt, Corpus striatum recht ansehnlich. Am dicken Pallium wird deutlich eine graue

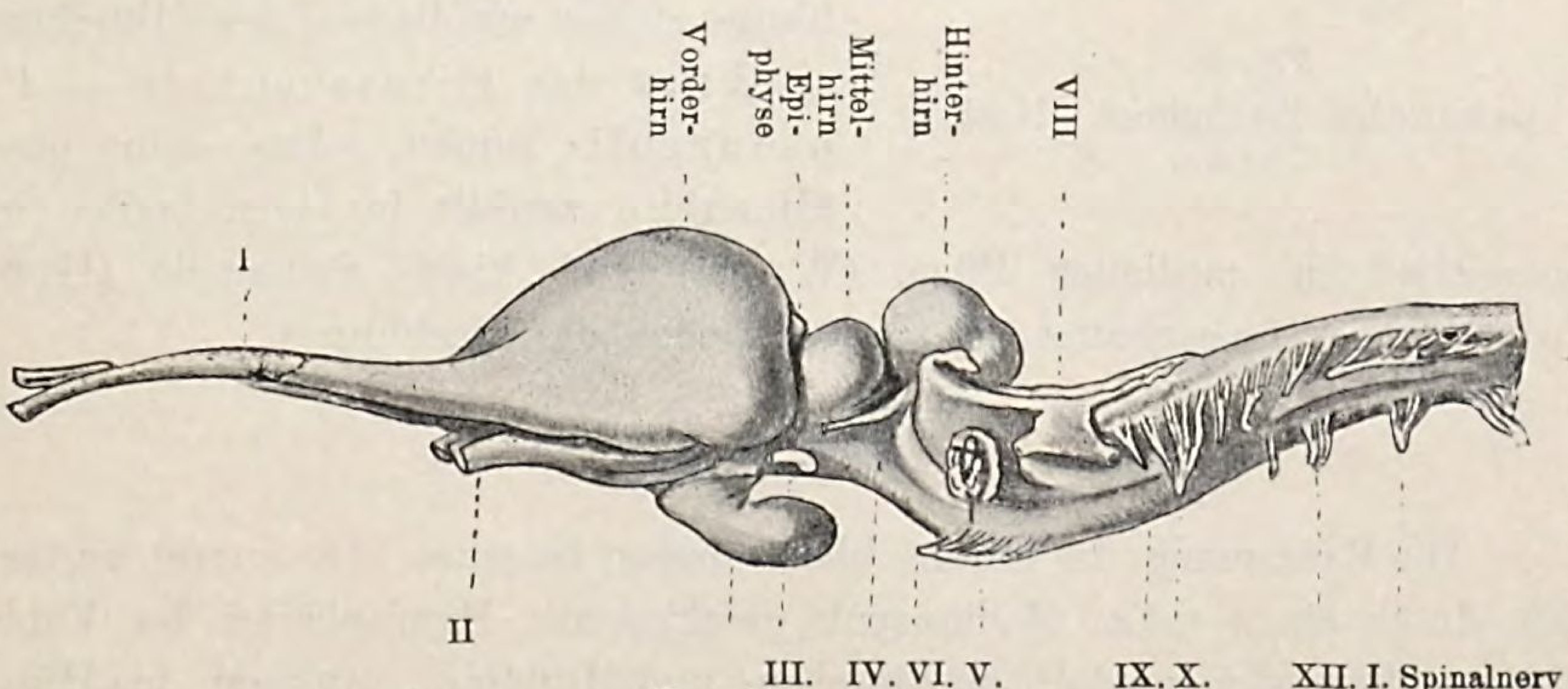


Fig. 60.

Gehirn des Alligators nach Rabl-Rückhard.

Rinde entwickelt. Das kleine Zwischenhirn ist vom Vorderhirn bedeckt, die Epiphyse tritt häufig durch die Lücke der Scheitelbeine (Parietalloch) und bildet ein lichtempfindliches Sinnesorgan — Parietalauge unter der Haut. Das Dach des Mittelhirnes ist median gefurcht, seine beiden Hälften stellen die Corpora optica dar. Das Hinterhirndach bleibt entweder eine unbedeutende, schmale Lamelle (Schlangen, Eidechsen) oder wird breiter (Schildkröten). Bei den Krokodilen wird es sehr mächtig, besitzt zwei seitliche Anhänge und ist durch Querfurchen in eine vordere und hintere Abteilung geteilt. Die ventrale Fläche des verhältnismässig kleinen Nachhirnes ist stark gewölbt.

Vögel.

Das Hirn ist scharf gegen das Rückenmark abgeknickt und in die Breite entfaltet, auch die Mittelhirnbeuge bleibt deutlich. Die Lobi olfactorii sind klein. Die glatten Hemisphären des Vorderhirnes überlagern Zwischen- und Mittelhirn. Ihre Oberfläche buchtet seitlich eine seichte Furche — Fossa Sylvii ein. Der Mantel ist nicht sehr dick, aber reich an Ganglienzellen und Nervenbahnen; dagegen wird das Corpus striatum ausserordentlich entwickelt und komplizierter als in jeder andern Klasse. Die dorsalen Mantelkommissuren sind schwach, besonders der Balken — Corpus callosum. Das Zwischenhirn bleibt klein. Die beiden Hälften des median gefurchten Mittelhirndaches laden lateral aus und wölben sich bis zur Basis herab. Viele Fasern des Vorderhirnes ziehen am Boden des Mittelhirnes als Fuss des Hirnschenkels — Pes pedunculi kaudal. Das sehr grosse Hinterhirn zerfällt in einen breiten und quergefurchten medianen Bügel (Wurm) und kleine Seitenteile (Hemisphären), es überschattet den dicken Boden des Nachhirnes.

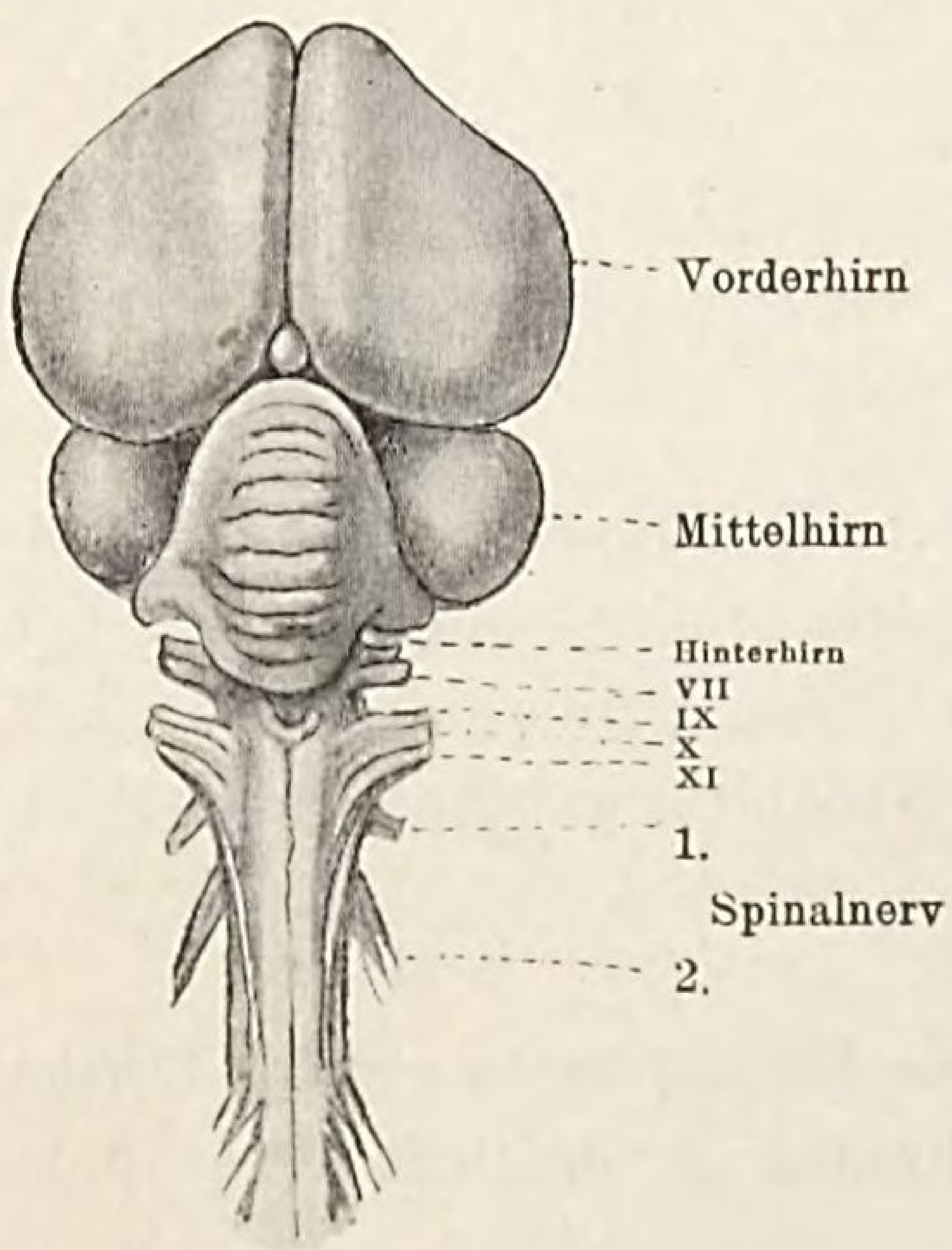


Fig. 61.
Gehirn des Truthahnes. Nach Carus.

Säugetiere.

Die Krümmung des Hirnes bleibt immer bestehen. Die enorm wuchernden, durch einen tiefen Medianspalt geschiedenen Hemisphären des Vorderhirnes wölben sich kaudal, um Zwischen- und Mittelhirn, oft sogar das Hinterhirn zu verdecken. Der hintere an das epitheliale Dach des Zwischenhirnes stossende Rand des Vorderhirns wird dadurch in einen schräg rückwärts ge-

krümmten Spitzbogen — Fornix ausgezogen. Der Mantel differenziert eine dicke graue Rinde, d. h. grosse Massen von Ganglien und Nervenfasern. Diese bleibt glatt oder wird in Wülsten (Windungen) und Furchen modelliert. Auch die mediale Wand der Hemisphären wird gefurcht. Besonders charakteristisch ist ein dem Fornix anliegender Randwulst derselben — Ammonshorn, Pes Hippocampi. Die Kommissur der dorsalen Wand bildet ein breites dickes Querband von Nervenfasern — Balken, Corpus callosum. Die Lobi olfactorii liegen ventral. Das Zwischenhirn ist eingeengt, die Zirbel verdeckt. Seichte Längs- und Querfurchen zerfällen das wenig entwickelte Mittelhirndach in vier Höcker — Vierhügel, Corpora quadrigemina. Am Boden lagern mächtige Züge der Hirnschenkelfüsse.

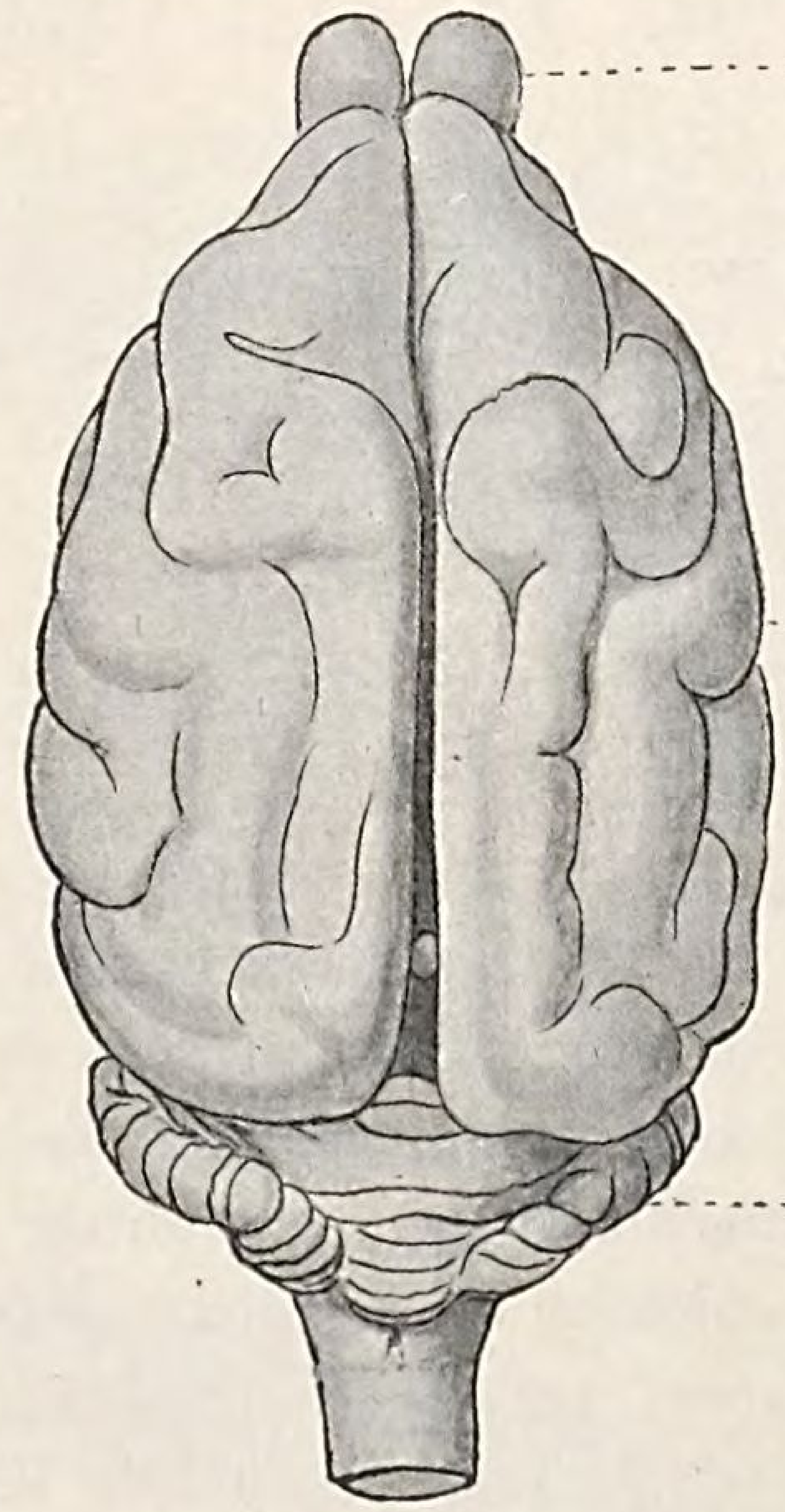


Fig. 62.
Gehirn des Waschbären nach Carus.

Die Decke des Hinterhirnes wuchert kolossal — Kleinhirn, seine Oberfläche ist in einen medianen Wulst — Wurm und grosse laterale Hemisphären gegliedert. Kommissuren der Ganglien der Kleinhirnhemisphären umfassen den Boden der Hinterhirnes als Brückenarme. Das Nachhirn ist stark gegen die Medulla abgeknickt.

VII.

Das Auge.

Das Auge der Wirbeltiere wächst aus der lateralen Wand des Zwischenhirnes als eine epitheliale Blase heraus und legt sich einem durchsichtigen Bezirke der äusseren Haut an, der über die Augennische des Knorpelkraniums hinzieht. Die Augenblase wird napfförmig eingebuchtet — Augenbecher und ihre Wandschichten bilden dann die Tapete — Netzhaut, Retina einer Dunkelkammer, auf deren gekrümmter Binnenfläche eine bikonvexe Sammellinse das verkleinerte umgekehrte Bild der Umgebung entwirft. Der Stiel der Augenblase — Sehnerv, Nervus opticus verbindet die Netzhaut mit den Thalami optici des Zwischenhirnes. Das Sehorgan baut sich aus folgenden Teilen auf:

1. Die sphärisch gekrümmte lichtempfindliche Netzhaut — Retina.

2. Die Krystalllinse (Fig. 63, *l*). Beide werden in bestimmter Entfernung befestigt durch

3. das becherförmige zweischichtige Augengestell, das aus dem Bindegewebe der Augennische entsteht: die äussere feste weisse Sehnenhaut — Sklera und die gefässreiche schwarz pigmentierte Aderhaut — Chorioidea. Der letzteren ist die Netzhaut innig angeschmiegt. Der vordere Rand der innig verbundenen Chorioidea und Retina springt als muskulöser vorn lebhaft gefärbter das Sehloch — Pupille umschliessender Ringsaum — Regenbogenhaut, Iris mehr oder weniger weit vor die Linse, um Randstrahlen abzublenden und durch Veränderungen der Pupillenweite die Menge des einfallenden Lichtes, d. h. die Lichtstärke der entworfenen Bilder zu regulieren. Dicht hinter der Iris liegt (wenigstens bei höheren Wirbeltieren) ein dickes muskulöses Ringpolster der Chorioidea und Retina — Ciliarkörper, Corpus ciliare.

4. Dickflüssiges durchsichtiges Bindegewebe — Glaskörper erfüllt den Raum zwischen Retina und Linse und birgt die centralen Gefässe des Auges.

5. Die vor dem Augenbecher liegende Körperhaut bildet die durchsichtige und gewölbte Hornhaut — Cornea. Die Höhle zwischen ihr

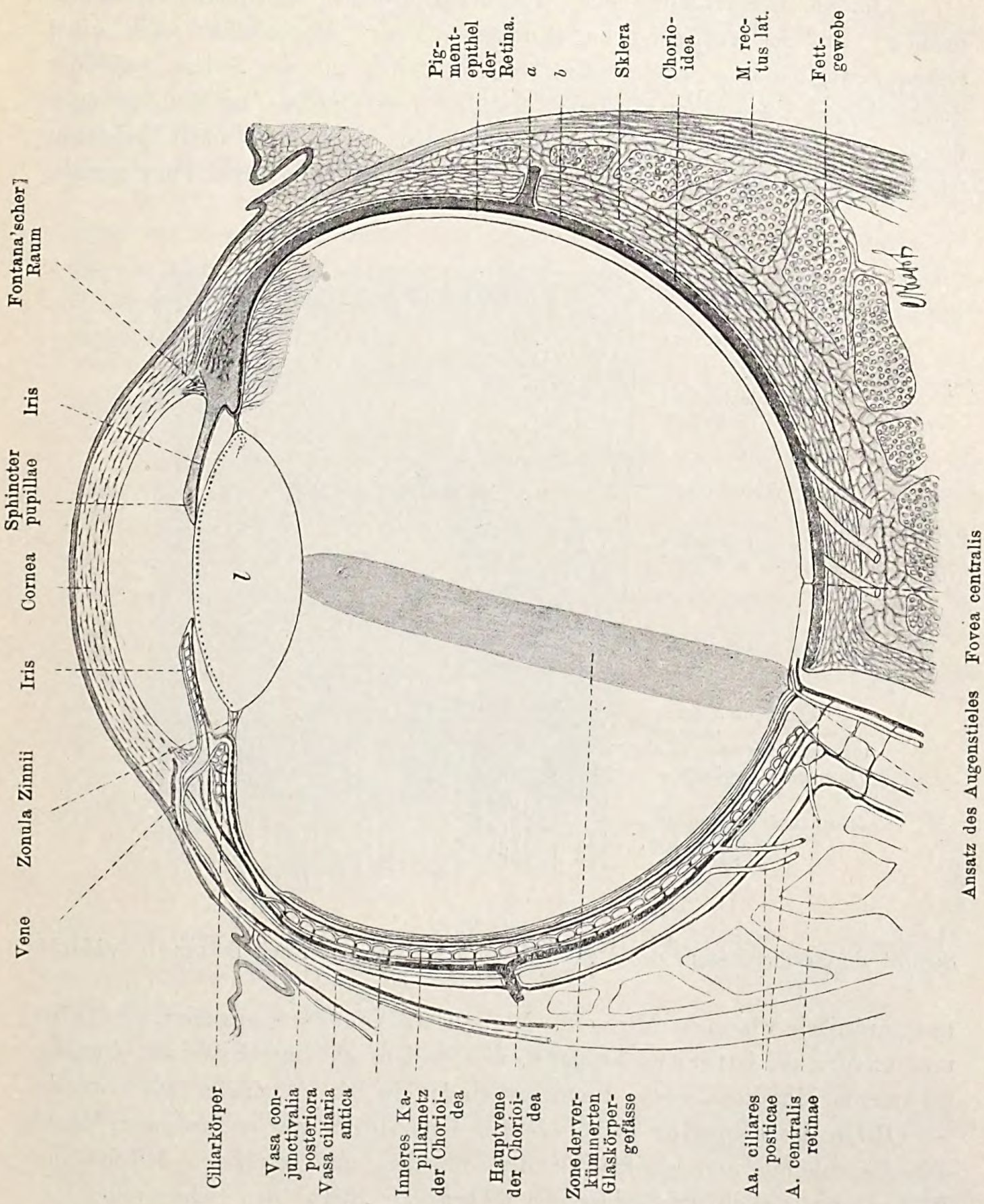


Fig. 63.

Schematische Darstellung des Augapfels der Säugetiere. Nach Leber und Flemming.

a V. vorticosa, *b* Chorioidea, *l* Linse.

und der Iris bezw. Linse — vordere Augenkammer ist mit Flüssigkeit erfüllt.

Alle diese Teile verwachsen zu einem geschlossenen Organe — Augapfel, Bulbus.

Um die Beherrschung eines möglichst grossen Gesichtskreises zu erreichen, ist der Augapfel im Bindegewebe der Augenhöhle nach allen Seiten beweglich und wird deshalb durch sieben an der Sklera und der Schädelkapsel befestigte Muskeln bewegt. Der Optikus verläuft gebogen durch die Augenhöhle, damit die Exkursionen des Bulbus nicht gehemmt werden. Die Muskeln inserieren nahe dem Kornealrande; zwei Paar gerade,

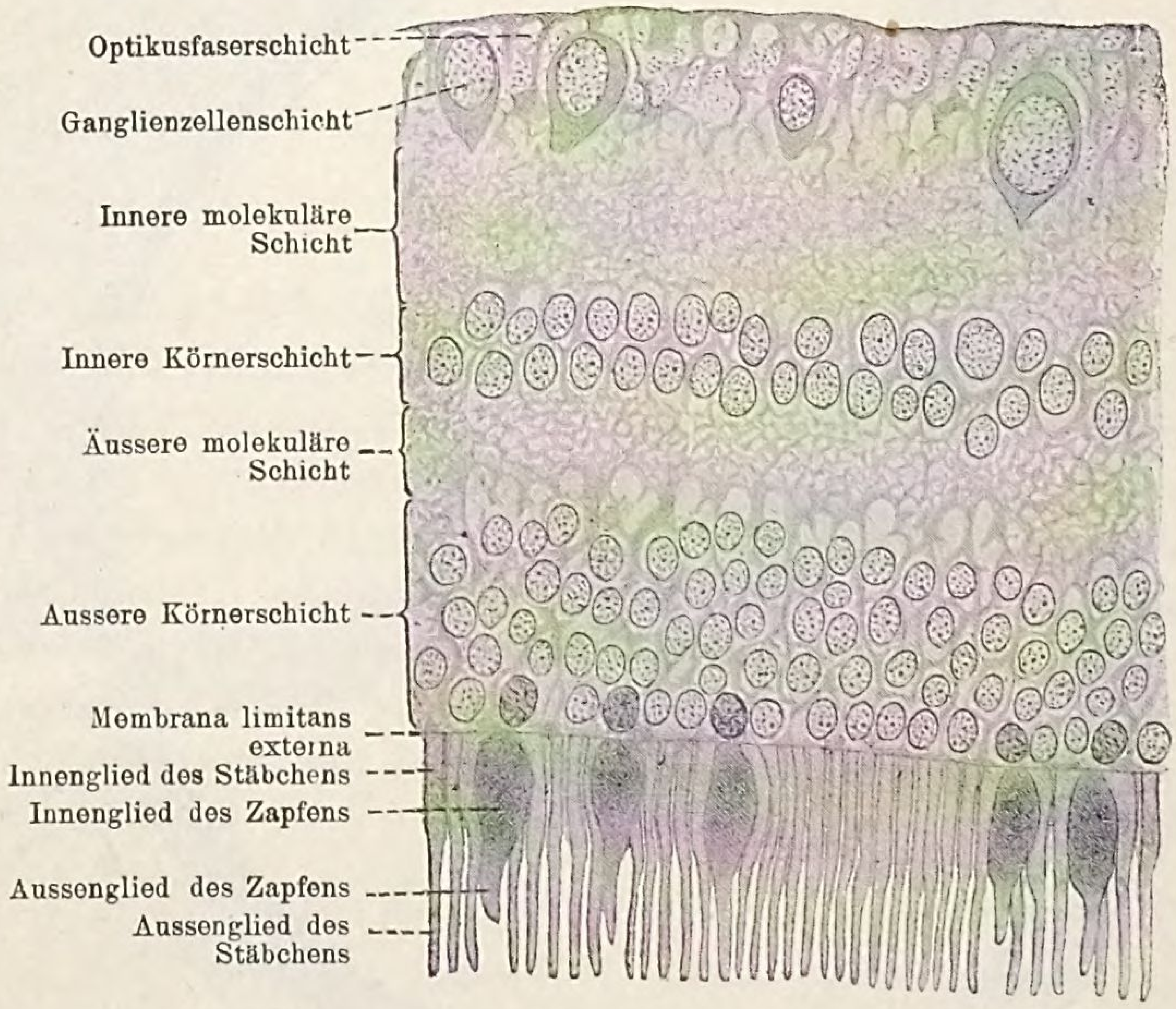


Fig. 64.
Schnitt durch die Retina des Menschen. 700 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff.

antagonistisch wirkende Muskeln, Musculus rectus superior, inferior und externus, internus haften an vier Stellen, die durch zwei auf einander senkrechte Meridionalkreise bestimmt sind; ein Paar schiefer Rollmuskeln — Obliquus superior und inferior entspringen von der vorderen Wand der Augenhöhle und greifen an der dorsalen und ventralen Fläche des Bulbus an; endlich umscheidet der Retractor bulbi den Sehnerven.

Da die Netzhaut als Blase aus dem Zwischenhirne herausgewachsen ist, erfährt sie später eine ähnliche histologische Differenzierung wie die Wand des Nervenrohres. Die ursprünglich mehrschichtige Epithellage wird umgebildet in Neurone, Stützzellen und lichtempfindliche Sinneszellen — Sehzellen. Die Neurone liegen in den inneren dem Glaskörper benachbarten Schichten, die Sehzellen peripher. Von innen nach aussen folgen:

1. Schichte der Nervenfasern, die zum Optikus und in das Hirn ziehen.

2. Schichte der Ganglienzellen.

3. Innere molekuläre Schichte, wo die Dendriten der Ganglien liegen.

4. Innere Körnerschichte, neben den Kernen der die ganze Retina durchsetzenden Stützzellen liegen auch viele Ganglienzellen.

5. Äussere molekuläre Schichte mit Endbäumchen und Dendriten.

6. Die Schichte der Sehzellen. Der sehr schmale Leib dieser Zellen mit dem Kerne bildet eine Lage, welche äussere Körnerschicht genannt wird, und differenziert an seiner peripheren Fläche kleine kutikulare Fortsätze — Stäbchen und Zapfen, die je in ein Aussenglied und Innenglied zerfallen.

7. Das Pigmentepithel, das die Stäbchen und Zapfen wie eine schwarze Scheide umhüllt.

Überall wird an einer meist axialen Stelle die Netzhaut dünn, die Stäbchen fehlen und es sind ausschliesslich Zapfen vorhanden — Fovea centralis. Die Schicht der marklosen Nervenfasern ist an der Eintrittsstelle des Sehnerven — Papilla optica dick, verarmt aber jenseits des Augenäquators; am Ciliarkörper, Iris und in der benachbarten Zone stellt die Retina nur eine dünne Lage dar. Die innern Schichten der Chorioidea schliessen Kapillaren, die äusseren grössere Gefässstämme ein. Zwischen Chorioidea und Retina liegt manchmal eine das Licht reflektierende Schichte — Tapetum lucidum. Der bindegewebige Glaskörper stützt Blutgefässe — Vasa hyaloidea.

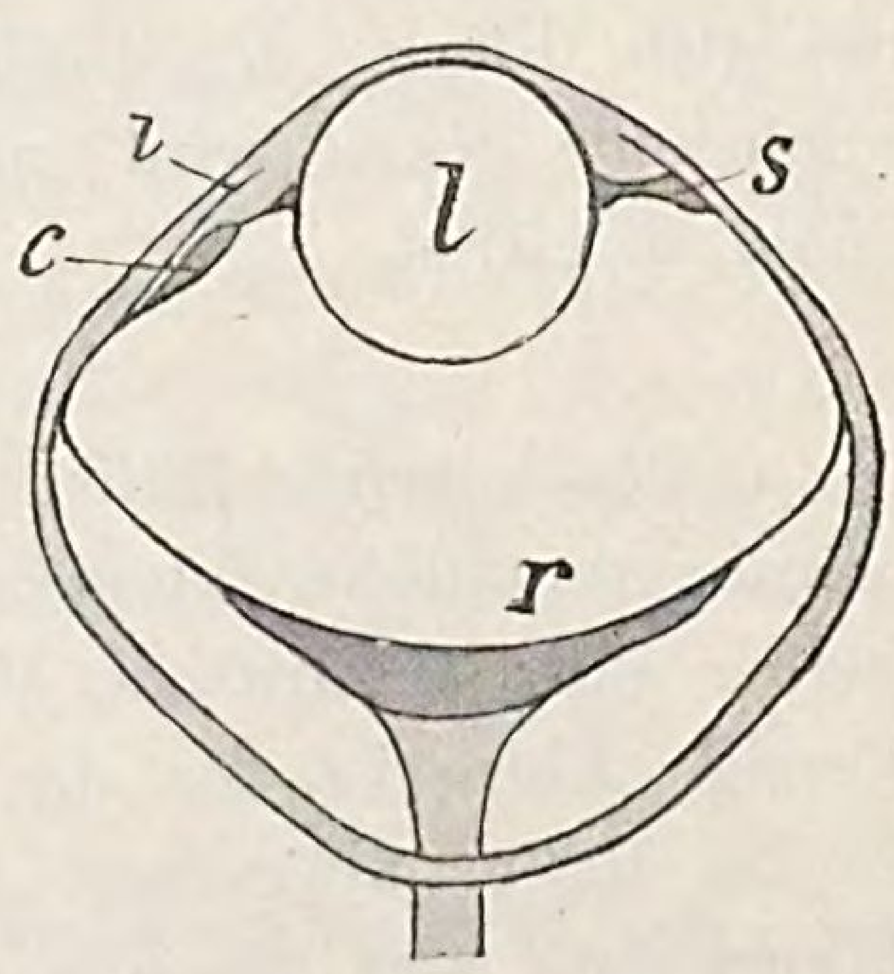


Fig. 65.
Schnitt durch das Auge des Seeteufels. Nach Beer.
r Retina, i die schmale, die Linse nicht deckende Iris, l Linse, c Campanula, s Ligamentum suspensorium.

Fische.

Der Querdurchmesser des Fischbulbus ist oft grösser als der axiale, die sehr grosse Hornhaut ist stark gewölbt, die derb fibröse Sklera verknorpelt oder verknöchert häufig. Die sehr grosse, für die Nähe eingestellte Kugellinse mit enormem Brechungsvermögen, deren Pol die Cornea berührt, entwirft kleine Bilder, weil sie von der Retina nur wenig absteht. Nur ein kleiner Teil des Linsenrandes ist durch das Ligamentum suspensorium (*s*) befestigt, der schwache Ciliarkörper entbehrt der Muskeln, die schmale Iris (*i*), welche den Linsenrand meist nicht deckt, enthält glatte Muskulatur. In den Glaskörper springt eine sichelartige Bindegewebsfalte — Processus falciformis vor und zieht vom Eintritt des Sehnerven schräg zum Ciliar-

körper. Ihr angeschwollenes muskulöses Ende — Retractor lentis s. Campanula Halleri (*c*) sitzt mit einer zarten Sehne am Äquator der Linse und ändert bei der Accomodation die Lage derselben durch Retraktion gegen die Netzhaut, wenn diese für die Ferne eingestellt werden soll. Die der Retina anliegende Zone des Glaskörpers enthält zahlreiche Gefässe — Vasa hyaloidea. Der äusseren Schicht der Chorioidea werden irisierende Guaninkrystalle eingelagert, ihre Argentea genannte Lage deckt die ganze Aussenfläche des Augenbechers (Knochenfische) oder nur die Aussenfläche der Iris (Haifische).

Lungenatmer.

Ein Ringband — Zonula Zinnii befestigt die Linse am Ciliarkörper, in welchem radiär und cirkulär verlaufende Muskelfasern — Musculus ciliaris entwickelt sind, um die Krümmung der Linse, d. h. ihre Brennweite zu ändern, damit rasch nach einander Bilder von nahen und fernen Gegenständen eingestellt werden können. Die Kopfhaut springt um die Cornea wulstartig vor. Diese Säume wachsen zu drei längeren beweglichen Falten aus, welche die Hornhaut schützen und reinigen: ein oberes, ein unteres Augenlid und die Nickhaut mit scharfem fest anliegendem Rande.

Im Grunde der dabei entstandenen Lidgruben knospen Drüsen, deren Sekret die Hornhaut gegen die trocknende Wirkung der Luft schützt: die Thränendrüse am äusseren Augenwinkel zwischen Rectus superior und externus liegend (Sekret flüssig) und die Hardersche Drüse an der medialen Fläche des Bulbus (Sekret fettig). Das in den Lidgruben sich sammelnde Sekret wird durch den Thränennasenkanal in die Nasenhöhle abgeleitet.

Amphibien.

Der kugelige Bulbus der Amphibien ist klein, die Hornhaut wenig gekrümmt und die Sklera bindegewebig oder knorpelig. Der schmale Ciliarkörper enthält schwache Muskeln, die Iris glatte Muskulatur. Die kugelförmige Linse ist für die Nähe eingestellt, der Glaskörper birgt Gefässe. In der Retina überwiegen die Stäbchenzellen. Die Augenlider sind schwache Hautwülste oder bewegliche Hautfalten, im letzteren Falle ist das untere Augenlid grösser (durchscheinend — Frosch). Thränendrüsen fehlen, nur die Hardersche Drüse entsteht am inneren Augenwinkel.

Reptilien.

Bei den Reptilien ist die Cornea stärker gewölbt. Die Sklera des kleinen kugeligen Bulbus ist faserig (Schlangen) oder ihr Bindegewebe verknöchert oft zu rosettenförmig geordneten Platten — Knochen des Sklerotikalringes; die kugelförmige Linse liegt der Cornea nahe. Die Iris enthält quergestreifte Muskeln, ebenso der Ciliarkörper. Neben der Sehnervenpapille springt eine schwache glatte blutgefässreiche Bindegewebsfalte — Kamm,

Pecten in den Glaskörper. In der Retina überwiegen die Zapfenzellen. Die unteren Augenlider sind grösser, die Nickhaut wird von zwei Muskeln — M. quadratus und pyramidalis bewegt.

Vögel.

Bei den Vögeln ist der vordere Teil des Augengestelles eingeschnürt und der enge Gürtel durch 13—15 Knochenplatten des Sklerotikalringes gestützt. Der hintere Teil der Sklera ist knorpelig, Die Cornea ist stärker gekrümmt als der Augenhintergrund. (Vorderer Krümmungsradius 12 mm, hinterer 24 mm beim Uhu.) Die abgeplattete weit von Cornea und Retina abstehende Linse entwirft grosse Bilder. Die hintere Fläche des mächtigen Ciliarkörpers trägt viele radiär gestellte, dicht gedrängte Falten und einen sehr starken quer gestreiften Ciliarmuskel. Auch die Muskeln der Iris sind quer gestreift. Der Pecten ist in 5—30 Falten gelegt, reicht vom Sehnerven schräg vorwärts und birgt viele Gefässe zur Ernährung des Glaskörpers, der selbst die Vasa hyaloidea umschliesst. In der Retina überwiegen die Zapfenzellen. Zwei Stellen der Netzhaut sind grubig vertieft — Foveae retinae und bilden die Stellen schärfsten Sehens, weil nur die Sinneszellen — Zapfen ausgebildet und von sehr wenig Schichten überlagert sind, so dass die Lichtstrahlen ungehindert auf die percipierenden Endorgane wirken. Eine Fovea liegt am hinteren Pole, die andere an der Schläfenseite der Netzhaut. Das untere Augenlid ist grösser. Die durchsichtige Nickhaut wird vom oberen Aussenrande des Bulbus herabgezogen und durch den Musculus pyramidalis und quadratus bewegt.

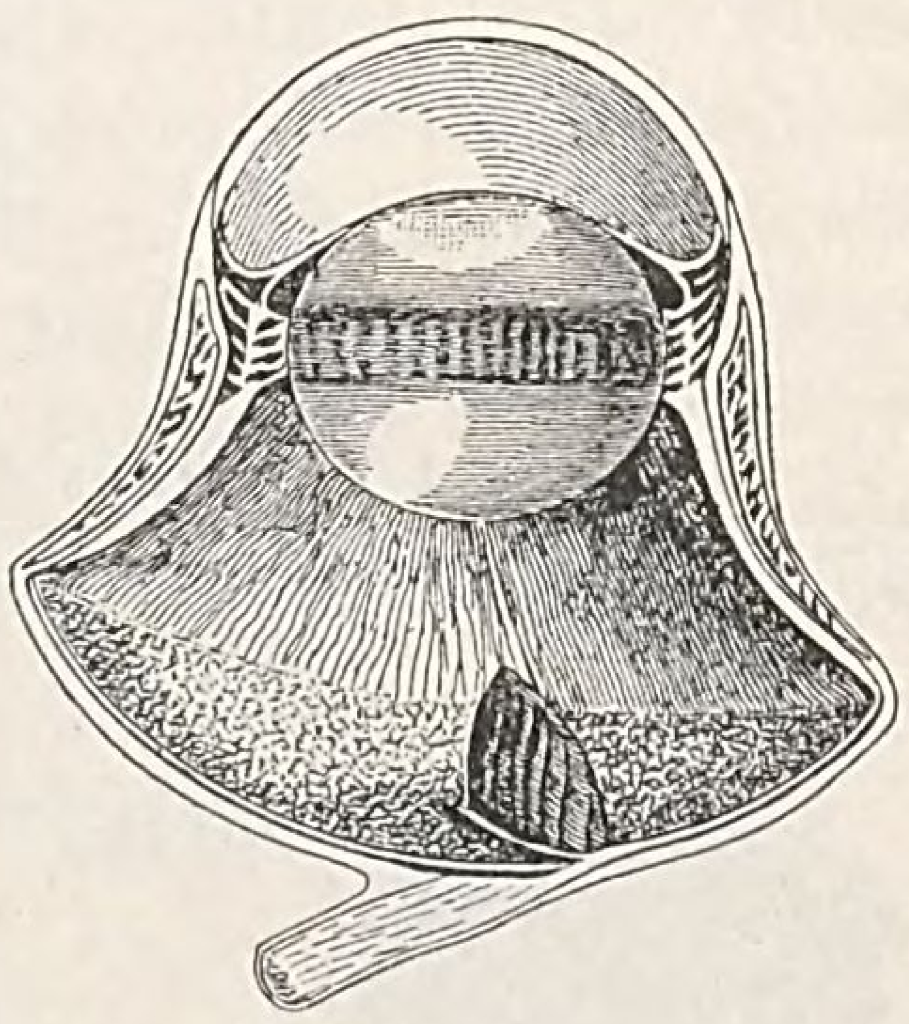


Fig. 66.
Auge des Uhu (links die Nasenseite.)
Nach Sömmering-Leuckart.

Säugetiere.

Der Bulbus ist kugelig, die Cornea stärker gekrümmt als der Augenhintergrund. Der Abstand der abgeplatteten, für die Ferne eingestellten Linse sowohl von Cornea wie von Retina ist gross. Die Iris hat glatte Muskulatur. Durch den Optikus dringen die Glaskörpergefässe ein, aber verbreiten sich später nur als Arteria centralis retinae über die Fläche der Netzhaut und senden Zweige in deren tiefere Schichten. Die Zahl der Stäbchen ist sehr gross (im menschlichen Auge 250000 auf 1 qmm). Die Nickhaut bildet nur eine kurze Falte am inneren Augenwinkel. Das obere Augenlid ist grösser. Beide Lider sind durch Knorpel — Tarsus gestützt. Am freien Rande des oberen Lides münden die Meibomschen Talgdrüsen.

VIII.

Die Haut.

Die Haut umspannt den Körper der Wirbeltiere als eine schirmende Hülle; sie vermittelt die Beziehungen zur Aussenwelt und birgt viele Sinnesorgane. Ihre Blutgefässe dienen dem respiratorischen Gaswechsel und der Wärmeregulierung. Zwei Schichten bauen sie auf und beteiligen sich gemeinsam an allen Differenzierungen: die epitheliale Oberhaut — Epidermis und die äusseren bindegewebigen Schichten des Cölomsackes — Lederhaut, Cutis, der Horizont der Gefässe und Nerven. Die anfänglich einschichtige Epidermis wuchert immer in den ersten Lebenswochen zum mehrschichtigen Epithele. Die Cutis bleibt elastisch und dehnbar. Durch Verknöcherung des Bindegewebes entstehen oft kalkige Panzerplatten: fast stets am Kopfe als Deckknochen des Schädels; seltener im Rumpfe und der Schwanzregion.

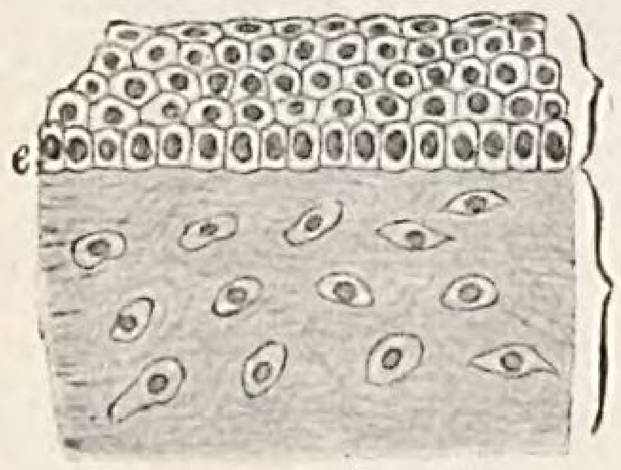


Fig. 65.
Schematischer Schnitt der Haut.

Fische.

Die bindegewebigen, muskulöser Elemente vollständig ermangelnden Lamellen der Lederhaut sind bei Fischen bedeckt von den ungleichförmig geschichteten Epithellagen der Epidermis, deren Zellen weich bleiben und als Becherzellen oft Schleim secernieren. Durch Verknöcherung kleiner Bezirke der Lederhaut entstehen regelmässig geordnete kalkige Schutzplättchen — Schuppen, welche mit einer festen von Epidermiszellen abgeschiedenen Schmelzschichte überzogen werden. Man kann drei Formgruppen derselben unterscheiden.

A. Die Placoidschuppen. Die horizontal im Bindegewebe der Lederhaut festgeankerte rhombische Basalplatte trägt einen schmelzbedeckten Stachel, dessen kaudal gerichtete Spitze in die Epidermis ragt. Sie bilden alternierende Querreihen in der Haut der Haifische. Die ausfallenden Schuppen ergänzt stetige Neubildung.

B. Die Ganoidschuppen. Eine glänzende Schmelzdecke überzieht die meist rhombischen Basalplatten, die dicht zusammenstossen. Oft verwachsen viele kleine

Schuppen zu grösseren Schildern. Sie sind bei Ganoidfischen über den ganzen Rumpf verbreitet oder auf kleine Bezirke der Körperfläche beschränkt.

C. Schuppen der Knochenfische. Rundliche dünne Scheiben verkalkter Bindesubstanz werden von harter in radialen Furchen und konzentrischen Leisten modellierter Schmelzglasur bedeckt. Irisierender Glanz verschönt sie, weil an der unteren Fläche kleine Guaninkrystalle abgelagert sind. Sie werden in Schuppentaschen der Lederhaut eingeschlossen. Wenn der Hinterrand halbrund oder abgestutzt ist, nennt man sie Cycloidschuppen, wenn zahnartige Fortsätze den Hinterrand zieren, Ctenoidschuppen.

Die Fische besitzen eigenartige Sinnesorgane in der Haut, um die Beschaffenheit des Wassers oder Strömungen desselben wahrzunehmen. Flache Deckzellen umgeben Gruppen langer Zellen, von deren freier Oberfläche je ein feines kutikulares Haar vorragt — Sinneszellen. Die Sinneszellen sind mit Ästen des Nervus trigeminus oder vagus verbunden. Solche Sinneshügel ragen entweder über die Hautfläche etwas hervor oder sind in kleinen Einsenkungen oder langen Kanälen der Haut — Seitenkanälen lokalisiert, welche in der lateralen Körperwand verlaufen und sich häufig auch verzweigen. Besonders am Kopfe der Fische sind die Seitenkanäle reich entwickelt. Sie besitzen vielfache Öffnungen an der Hautoberfläche.

Lungenatmer.

Bei allen lungenatmenden Tieren verhornen die oberen Lagen der Epidermis in verschieden hohem Grade — Stratum corneum, während die tiefen Grenzschichten gegen die Cutis lebend bleiben — Stratum Malpighii. Der verhornte Epidermismantel muss gewechselt werden, weil das Wachstum der Tiere das Volumen und die Oberfläche des Körpers mehrt und die spröden jugendlichen Verhältnissen entsprechenden Hornhüllen sprengt. Zudem wird die Epidermis von äusseren Einflüssen angegriffen, durch die Bewegungen alteriert und abgescheuert. Gesetzmässig werden die abgenutzten und abfallenden oberen Hornschichten durch lebhafte Zellteilung und Nachschub der Malpighischen Lage regeneriert, aber der Verlauf dieses Vorganges variiert mannigfach: entweder werden Fetzen und Schüppchen abgerieben und ununterbrochen ergänzt (Säugetiere, Vögel), oder es werden in bestimmten Zwischenräumen zusammenhängende Schichten abgestossen und erneut (Reptilien). Die Hornlagen mehren sich besonders an den Körperstellen, welche starken Druck erleiden, z. B. Fusssohlen. Die Haut bildet ferner Drüsen durch sack- oder schlauchförmige Wucherung beider Schichten: die Malpighische Lage liefert das einschichtige Epithel, die Cutis die bindegewebige Scheide der Drüsen. Die an dem Ende feinster Nervenzweige stehenden Tastzellen der Cutis bedingen die Empfindlichkeit der Haut. In der Lederhaut sind Muskelzellen verbreitet.

Amphibien.

Bei den Amphibien verhornen nur wenige Lagen als glatte Hüllschichte des Körpers. Die dünne flache Cutis besteht aus lockerem Bindegewebe,

dessen verästelte Pigment-haltige Zellen durch ihre Kontraktilität häufig auffallende Veränderungen der Färbung des Tieres hervorrufen (Laubfrosch). Daneben findet man vielfach glatte Muskelzellen, deren Kontraktion die Haut höckerig erscheinen lässt. Selten ist die obere Grenzschicht der Cutis in Leisten erhoben. Die Haut der Amphibien fühlt sich immer schlüpfrig und kalt an, weil das Sekret zahlreicher, in die Cutis eingesenkter Drüsen sie überrieselt. Man unterscheidet zwei Arten: a) grosse Körnchendrüsen mit dicker Muskelwand, einschichtigem Becherepithel; das Lumen von einer giftigen Flüssigkeit mit kleinen lichtbrechenden Körnchen erfüllt; b) kleine flaschenförmige, sehr dicht (40—70 auf 1 qmm) stehende Schleimdrüsen mit schwacher Muskelwand. Die Haut liegt der Muskulatur innig an (Salamander) oder ist durch subkutane Lymphräume von ihr getrennt und nur an lockeren Gewebsbrücken befestigt (Frosch).

Bei allen Amphibienlarven kommen Sinneshügel vor; d. h. rundlich vorspringende Haufen der Epidermiszellen, zu welchen von unten Nervenfasern treten, tragen dünne von einer hyalinen Scheide umhüllte Härchen. Sie bleiben erhalten bei den geschlechtsreif das Wasser bewohnenden Arten und schwinden bei Landbewohnern. Bei den Fröschen treten Gruppen von Tastzellen auf. Während der Brunstzeit wuchern Teile der Haut, z. B. die Drüsen am Daumen der Frösche, dass ein grosser Daumenwulst entsteht, die Hautdrüsen der amerikanischen Wabenkröte zu Bruttaschen, der dorsale Hautsaum männlicher Tritonen u. s. w.

Reptilien.

Dicke Epidermislagen der Reptilien verhornen und werden so fest verkittet, dass sie beim Wachstum des Tieres als eine ganze Hülle vom Körper abgestreift werden (Häutung). Die Lederhaut besteht aus derben horizontalen und vertikalen Bindegewebsschichten. Ihre obere Lagen sind als flache breite, durch schmale Furchen getrennte, in schrägen Reihen geordnete Papillen erhoben. Da die Epidermis ihrem Bodenrelief bedingungslos angeschmiegt ist, erscheint auch sie parzelliert. Die Hautpapillen stossen entweder pflasterförmig zusammen — Schilde, oder decken sich dachziegelartig — Schuppen, indem jedes Schild das nächst folgende eine Strecke weit überragt, oder sie verkümmern als kleine Knötchen. Die Cutispapillen verkalken oft (Panzer der Schildkröten, Krokodile); die Haut ist auffallend arm an Drüsen, z. B. bei Eidechsen findet man nur Schenkeldrüsen, bei Krokodilen nur eine Moschusdrüse am Unterkiefer. In der Cutis liegen Tastflecke.

Vögel und Säugetiere.

Viele Schichten von Epidermiszellen verhornen. Sie stossen sich nur als kleine Komplexe („Schüppchen") stetig ab. Entgegen gerichtete Zacken und Leisten verzinken die Epidermis innig mit der Cutis. In der Lederhaut sind die Bindegewebszüge unregelmässig durchflochten und viele glatte Muskelzellen verbreitet, ferner zahlreiche Tastorgane als Gruppen von Tast-

zellen, die durch Bindegewebshüllen zu Tastkörperchen vereint sind. Die Zellen tieferer Schichten der Cutis (Unterhautbindegewebe) speichern gerne Fett auf. Lange verhornende Papillen wachsen aus dem Grunde tiefer Hauttaschen heraus, um als Federn oder Haare die Haut zu decken.

Vögel.

Das leichte Federkleid verhüllt die Haut der Vögel. Federn entstehen als konische Zapfen der Epidermis und Cutis im Grunde schlauchförmiger Hauteinsenkungen — Federtaschen und wachsen weit über deren Mündung hinaus. Die fertige Feder stellt einen langgestreckten Hornkegel (Kiel) dar, dessen oberer solider, gegen die Spitze verjüngter Teil — Federschaft zwei seitliche Reihen — Fahne schmaler Hornlamellen — Fahnenäste, Rami trägt, während in dessen unterem hohlen Abschnitte (Spule) die rückgebildete Cutispapille zahlreiche hornige Querwände (die sog. Seele) zurückliess. Der Schaft ist zwiegespalten, denn einer ventralen Längsfurche bettet sich ein kleinerer beiderseits Äste tragender Wulst — Afterschaft ein. Die Fahnenäste selbst tragen zweizeilige dichtgestellte Seitenstrahlen mit kurzen Randhäckchen, durch welche alle Einzelstrahlen (400 000 in der 38 cm langen Innenfahne einer Schwungfeder des Kranichs) zu einem widerstandsfähigen Luftruder genestelt werden.

Nicht alle Stücke des Gefieders sind gleichartig ausgebildet, an verschiedenen Körperbezirken wechselt ihre Form, z. B.:

Konturfedern, grosse steifkielige Elemente, deren Seitenstrahlen fest verhackt sind; sie werden zu einer ruderkräftigen Fahne auf begrenzten Bezirken — Federfluren der Haut entwickelt.

Dunen und Halbdunen, kleine weiche gekräuselte Elemente mit weichem Schafte, welche die Haut zwischen den Fluren — Raine befiedern.

Borstenfedern, Fahne ganz verkümmert, borstenartig, am Schnabelgrunde und an den Augen.

Die Küchlein verlassen das Ei mit einem den kleinen Verhältnissen des Körpers entsprechend schwachen und weichen Dunengefieder, dessen Stücke entweder kurzspulig sind mit pinselartig aufgesetzten Hornstrahlen z. B. bei den Raubvögeln, Singvögeln, Klettervögeln, Tauben und Hühnervögeln, oder einen Schaft mit zweizeiligen Strahlen besitzen, wie bei den Wad- und Schwimmvögeln. Da das Dunengefieder nicht allen Vögeln während des Eilebens sprosst, kriechen die Jungen entweder als Nestflüchter — Pipel mit kräftigem Gefieder und Bewegen, oder als hilflose Nesthocker — Atzlinge mit spärlichem Federkleide aus.

Die Federfahne wird in der Federtasche angelegt und dann vorgestossen; sobald die Spule ihre definitive Länge erreicht hat, wird die gefässeführende Papille zurückgezogen und die Feder ein totes Horngebilde, das sich durch den Flug abnützt und periodisch erneut werden muss (Mauser). Zur Brütezeit verlieren oft die Brust- und Bauchraine ihre Dunen, um bei starker Blutzufuhr als Brutflecke den Eiern Lebenswärme mitzuteilen.

Weil die Federn fast die ganze Körperfläche bedecken, bleibt die Epidermis und Cutis dünn. Zahlreich (Anas marila 12000) kommen Muskeln vor, weil den Taschen aller Konturfedern meist je vier glatte Muskeln ansitzen, welche die Federn aufrichten oder legen. Nur die Schwung- und Steuerfedern werden von quergestreiften Muskeln gesträubt. Den Dunenfedern fehlen Muskeln. Überall, besonders in der Umgebung der Konturfedern sind sensible Endapparate, die Herbstschen Körperchen verbreitet. Das Unterhautbindegewebe lagert oft reichliches Fett ab besonders als weiches Polster der Zehenballen. Drüsen fehlen, nur am Steisse liegt die Bürzeldrüse, mit deren Sekret das Gefieder eingeölt wird. Die Epidermis bildet grössere Hornplatten als Schienen der Füsse, Fussnägel und Schnabelscheiden.

Säugetiere.

Eine andere Art von Horngebilden, die Haare decken die Haut der Säuger. Innerhalb einer Hauttasche — Haarbalg, dessen epidermoidale Wand — Haarscheide von einer inneren rings- und einer äusseren längsgerichteten Bindegewebsfaserschicht der Cutis bekleidet ist, wuchert auf einer niedrigen Bindegewebspapille eine lange konische Kappe verhornter Epidermiszellen, das Haar. Weiche biegsame Hornstränge heissen Haare, harte steife: Borsten, feste spitze: Stacheln. Der Pelz besteht aus einfachen Gruppen von neben einander stehenden steifen langen Stammhaaren oder aus Haarbündeln, wenn mehrere starke dicke und weiche, kurze Haare dicht gedrängt in einer gemeinsamen Tasche stecken. Wie die Federn stehen auch die Haare in regelmässigen Linien — Strömen, Wirbeln. Den schräg der Haut eingepflanzten Haarbälgen haften Hautmuskeln — Arrectores pili an, welche die Haare oder Stacheln vieler Säuger „sträuben" können. An Schnauze und Maul sind Tasthaare verbreitet, die auf leise Berührung reagieren, weil im Haarbalge weite Bluträume und viele Nervenfasern liegen. Im Frühjahre und Herbst wird das Haarkleid erneut.

Typische Bestandteile der Haut sind ferner die Drüsen. Das fettige Sekret der alveolären Talgdrüsen, welche meist die Haarbälge begleiten, bewahrt die Geschmeidigkeit der Horngebilde. Wenn auch gewöhnlich zerstreut, treten sie manchmal in grösseren Komplexen auf, z. B. Gesichtsdrüse der Fledermäuse, Violdrüse bei Fuchs und Wolf. Daneben befeuchten die tubulösen, wegen ihrer Länge meist gewundenen Schweissdrüsen die Epidermis; die Verdunstungskälte der so genässten Oberhaut unterstützt die Wärmeregulierung des Körpers. Deshalb nimmt ihre Zahl mit der Vergrösserung der Körperoberfläche gewöhnlich zu; sie kann aber auch beschränkt sein; den Wasserbewohnern: Wal, Delphin fehlen sie ganz. Auch sie gruppieren sich in grösseren Komplexen, z. B. den Seitendrüsen der Spitzmäuse, den Schwanzdrüsen der Hirsche. Horizontale gitterartig geordnete und senkrecht aufsteigende Bindegewebsbündel nebst vielen elastischen Fasern und glatten Muskeln flechten die Lederhaut. Grössere Mengen von Fettzellen entstehen

im lockeren Unterhautbindegewebe als mechanisches Schutzpolster an Sohlen und Zehenballen, als Reservematerial des Stoffwechsels (Winterschläfer), als schlechter Wärmeleiter (Speck der Wale). Kleine Leisten und Papillen verzinken die Grenzflächen der Epidermis und Cutis (Fig. 68). Sie springen stark und zahlreich vor, wenn dicke Epidermisschichten ernährt werden sollen

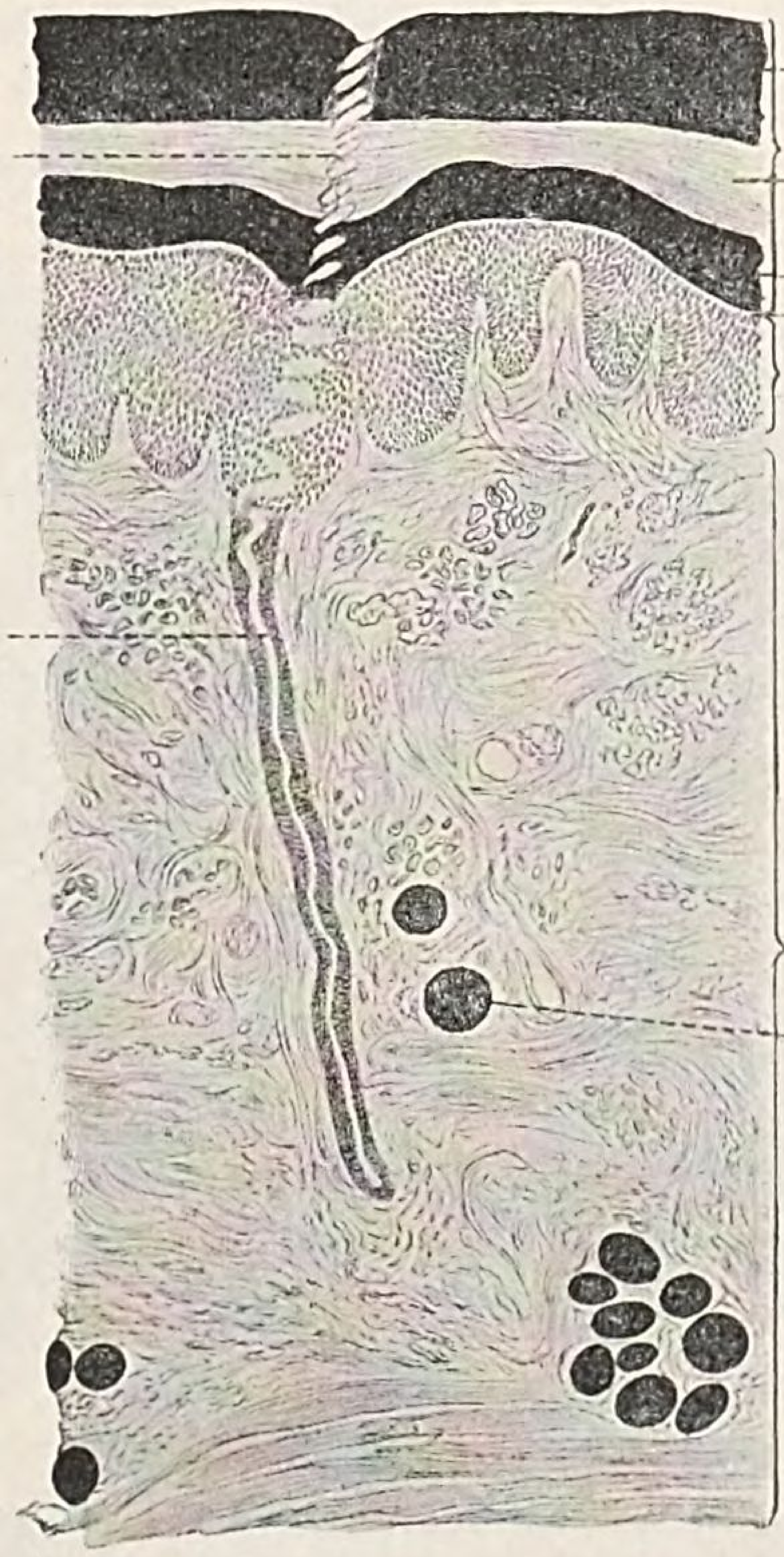


Fig. 68.
Querschnitt durch die Haut des Menschen. 30 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff.

z. B. an allen kahlen Bezirken der Haut, den Krallen, Hufen und Hörnern oder schwach und spärlich, wo das dichte Haarkleid nur dünne Hornschichten deckt. Die Papillen umschliessen auch Gruppen von Tastzellen — Meissnersche Körperchen, wenig zahlreich am Körper, aber in reichem Überflusse an den Tastballen der gering behaarten Hand- und Fusssohle.

Alle Drüsenhaufen sind äusserlich durch kleine Modifikationen der Haut kenntlich, ganz besonders die Haufen alveolärer Milchdrüsen an der Bauchhaut, deren Sekret bei den weiblichen Tieren der Ernährung der Neugeborenen dient. Die Milchdrüsen öffnen sich im einfachsten Falle (Monotremen, Fig. 69) in einem seicht eingesenkten, von einer ovalen Hautleiste — Cutiswall umrandeten Mammartasche (Fig. 70, Drüsenfeld), wo das hilflose Junge die

sickernde Milch aufsaugt. Die Jungen der übrigen Säuger aber saugen an Milchzitzen, indem sich der Grund der Mammartasche als Saugwarze erhebt, die bei Beutlern ebenso wie die Milchsekretion periodisch erscheinen (Fig. 70, IIa). Bei Affen und Nagern bleibt dieser Zustand dauernd. Bei anderen steigt der Cutiswall empor, das kleine Mammarfeld bleibt entweder auf der Spitze der Wallzitze liegen (Raubtiere) oder ist als Strichkanal den langen Wallzitzen (Huftiere) eingebuchtet. Eine Doppelreihe symmetrisch gestellter Zitzen

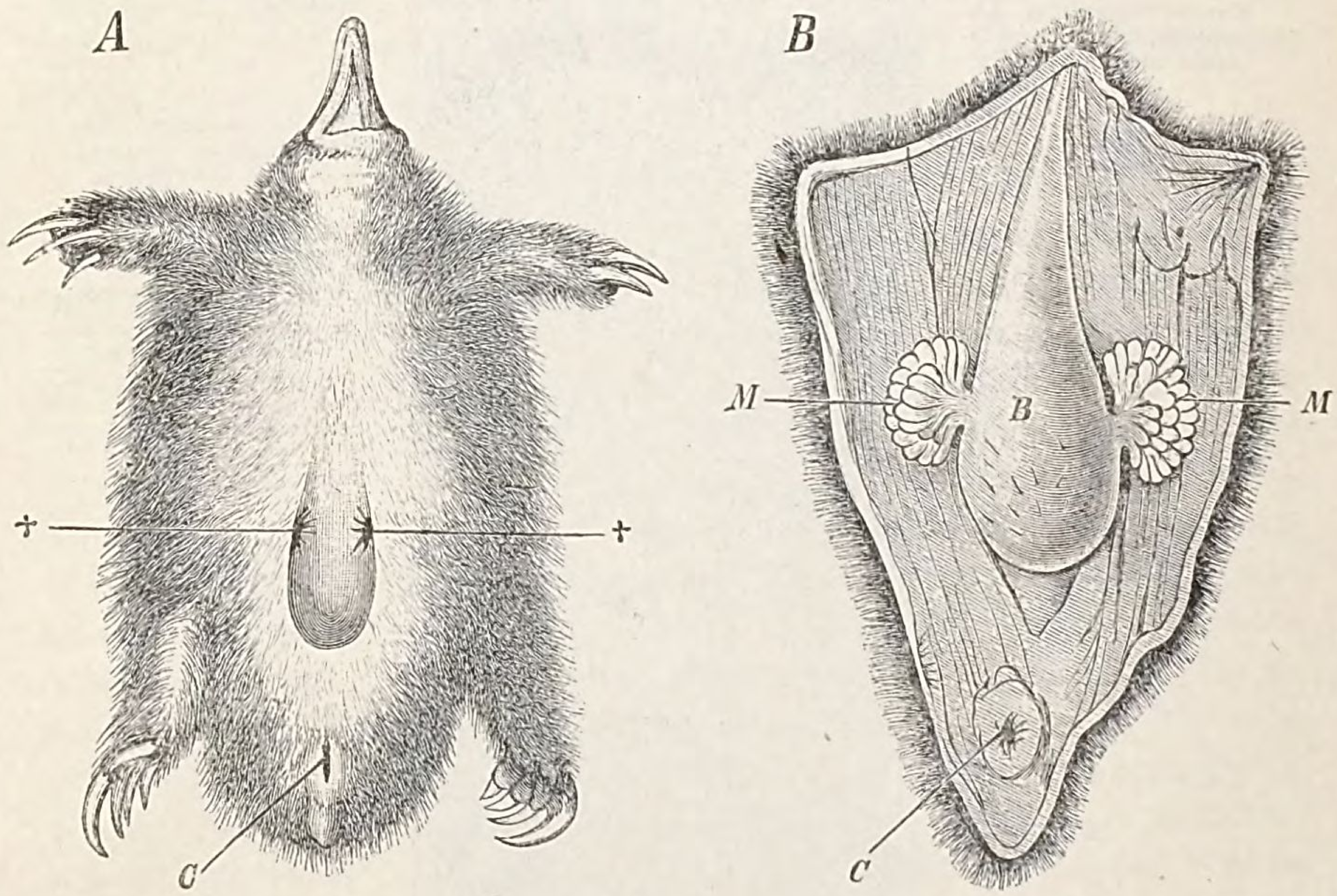


Fig. 69.

A Unterseite eines brütenden Weibchens von Echidna hystrix. †† Die zwei Haarbüschel in den Seitenfalten des Brutbeutels, von welchen das Sekret abtropft. *B* Rückseite der Bauchdecke eines brütenden Weibchens von Echidna hystrix. In dem von starken Muskeln umgebenen Brutbeutel (*B*) mündet jederseits eine Gruppe von Drüsen („Milch"drüsen) *MM*. *C* bedeutet in beiden Figuren die Afteröffnung. (Nach Haacke.)

(1—7 Paare) zieht der Ventralseite des Rumpfes entlang. Bei Beutlern sind sie kreisförmig in einen Beutel — Marsupium der Bauchhaut gestellt. Ein einziges Paar steht entweder an der Brust (Affen) oder nahe der Schamspalte (Wale). Die Zahl der Milchzitzen entspricht normal dem Maximum der gleichzeitig geborenen Jungen.

Das Hornkleid der Fingerenden.

An der Spitze der Zehenenden der Reptilien und Vögel wuchern dicke Epidermisschichten als stark gekrümmte, durch einen Falz von der Haut abgesetzte Krallenplatten. Sie decken die dorsale und die lateralen Flächen der Zehenenden, laufen vorne in eine schmale Spitze aus, während

die ventrale Fläche von weicherem Horngewebe — **K r a l l e n s o h l e** überkleidet wird. Bei den Säugern entsteht an der ventralen Fläche der Zehenenden

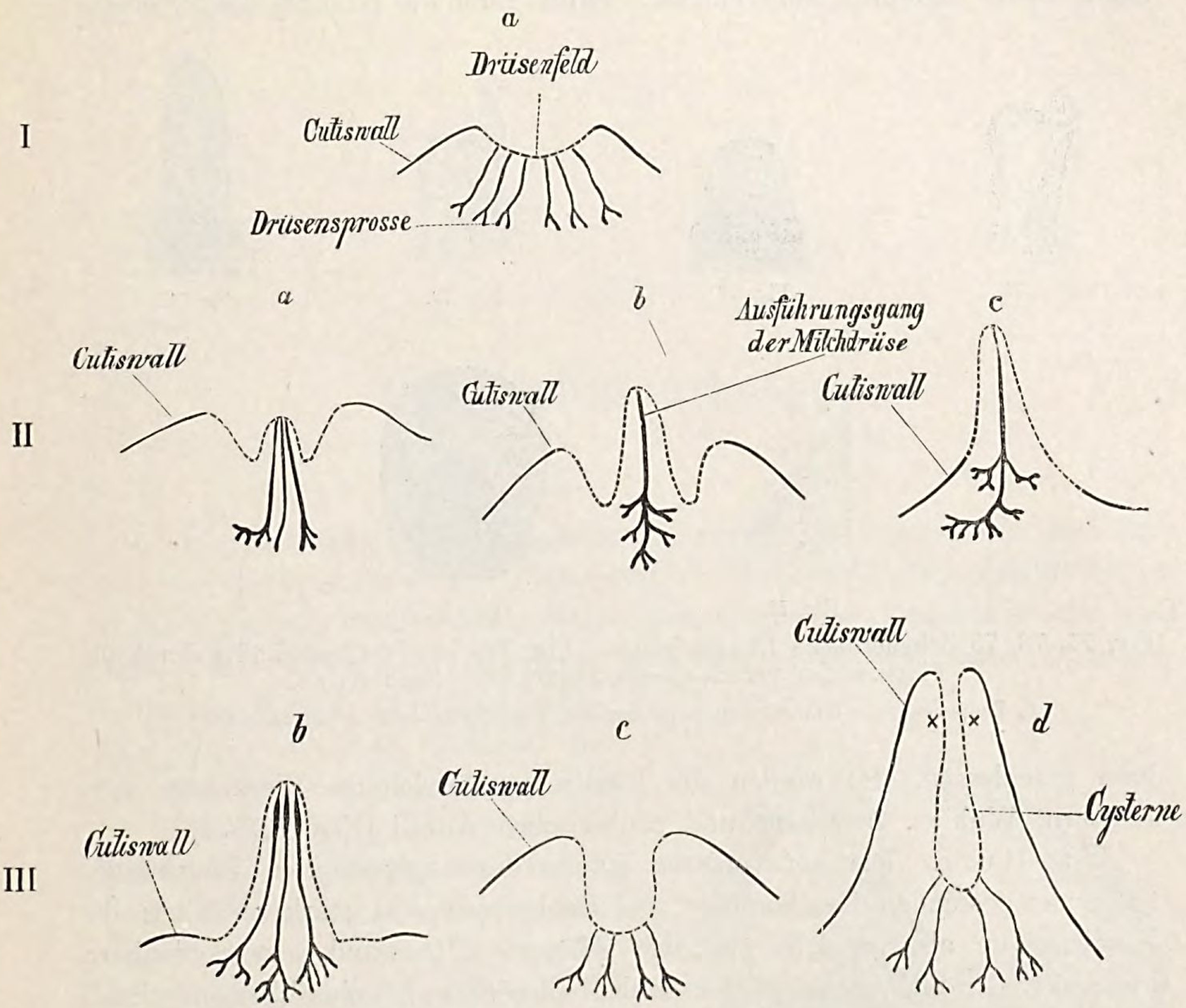


Fig. 70.

Schema der Zitzenbildung. Nach B o n n e t - K l a a t s c h.

I a Grundform, *II a* Zitzenbildung beim Opossum, *II b, c* bei der Maus (*b* vor, *c* nach der Saugperiode), *III a* Zitzentypus der Affen, *III c, d* Wallzitze mit Strichkanal.

eine haarlose Hautschwiele — **S o h l e n b a l l e n** (Fig. 71—76, *b*) als elastisches Polster für Sprung und Lauf; die Cutis dieses Bezirkes enthält reiche elastische Faserzüge, Nervenenden und viele Schweissdrüsen. Die auf mächtigen Cutispapillen ruhende **N a g e l p l a t t e** (Fig. 71—76 dicker schwarzer Kontur) deckt nur den dorsalen Teil der Zehe und schickt gegen den Sohlenballen das schmale **S o h l e n h o r n** (Fig. 70 - 75, *h*). Ungleiche Ausbildung der drei Bezirke liefert die **N ä g e l**, **K r a l l e n** und **H u f e**:

1. **N a g e l.** Die Krallenplatte ist gross, das Sohlenhorn (auch Nagelsaum genannt) schmal; der Sohlenballen stark entwickelt, die Spitze des Fingers als Fingerbeere überwulstend. Da in seiner Cutis viele Endplatten

liegen, werden die Fingerenden Tastapparate, zum Greifen und Fassen geschickt. — Affen (Fig. 71, 72).

2. K r a l l e n. Die dorsale Platte ist ventral gebogen, seitlich komprimiert, vorne zugespitzt, ihr ventraler Schlitz durch das schmale lange Sohlen-



Fig. 71.

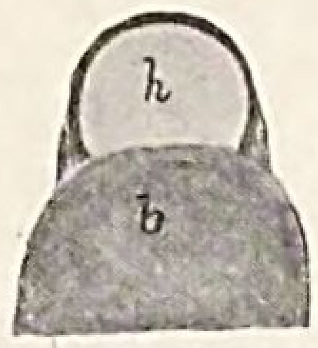


Fig. 72.

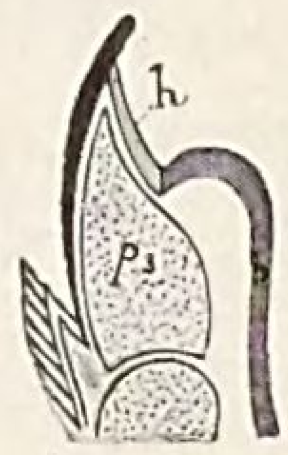


Fig. 73.



Fig. 74.

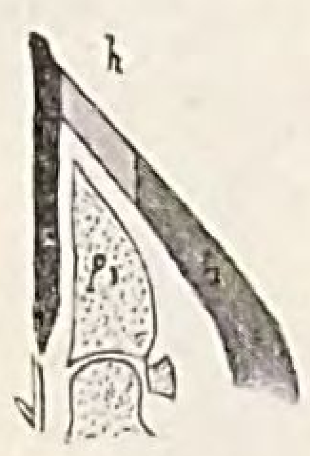


Fig. 75.



Fig. 76.

Fig. 71, 73, 75 Schematische Längsschnitte. Fig. 72, 74, 76 Querschnitte durch die Fingerenden verschiedener Säugetiere. Nach B o a s.

p_3 Endphalange, *b* Sohlenballen, *h* Sohlenhorn, Nagelplatte dicke schwarze Linie.

horn geschlossen. So werden die Krallen ausgezeichnete Werkzeuge zum Klettern, Wühlen, Zerreissen und räuberischen Anfall (Fig. 73, 74).

3. H u f e. Die am vorderen Rande des abgestumpften Fingerendes zusammenstossenden Krallenplatte und Sohlenhorn sind stark entfaltet; die Krallenplatte als vertikale mächtige gebogene Hornwand, das Sohlenhorn als breite, den kleinen dreieckigen Sohlenballen (S t r a h l) einschliessende Basis stellen einen festen Hornschuh dar, welcher die Schnelligkeit des Laufes begünstigt (Fig. 75, 76). (Bei den Wiederkäuern ist der Sohlenballen grösser und das Sohlenhorn schmal.)

Die Struktur der Haut hängt sehr enge mit Besonderheiten der Cirkulations- und Respirationsorgane zusammen. Von ihrer Wärmestrahlung wird die Höhe der Körpertemperatur teilweise beeinflusst. Wenn eine fast glatte Epidermis den Leib umschliesst, wird die Körperwärme entsprechend der Differenz zwischen Umgebungs- und Körpertemperatur ausgestrahlt. Deshalb sind alle Fische, Amphibien und Reptilien poikilotherm. Aber das Gefieder oder der Pelz der höheren Wirbeltiere, dessen Hornstrahlen dicht an der Haut einen schlechten Wärmeleiter, eine Lufthülle in engen Zwischenräumen festhalten, mindert den Wärmeverlust und hält den Körper homoiotherm. Da die Epidermis der im Wasser oder Feuchten lebenden Fische und Amphibien weich bleibt, tauscht das Blut in den Kapillaren der äusseren Cutisschichten seine Gase leicht mit dem umgebenden Medium und die Haut spielt (besonders bei Amphibien) die Rolle eines zweiten Atemorganes.

IX.

Das Labyrinthorgan.

Als ein Organ, welches Lage und Bewegung des Körpers wahrzunehmen hat, ist die epitheliale mit Flüssigkeit — Endolymphe gefüllte Labyrinthblase der Schädelhöhle neben dem Hinterhirn eingebettet und wird vom VIII. Hirnnerven, Acusticus innerviert. Ein enger später blind geschlossener Kanal — Ductus endolymphaticus stellt anfangs die Verbindung mit der Kopfhaut her.

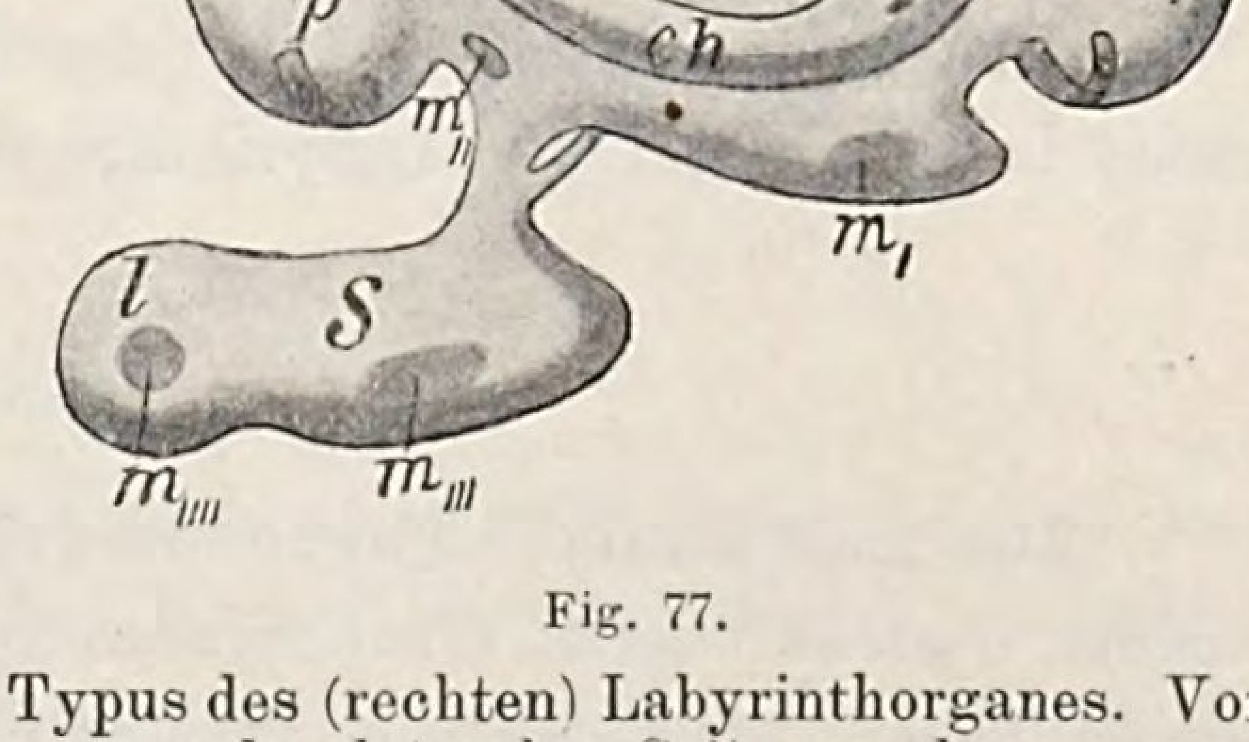


Fig. 77.

Typus des (rechten) Labyrinthorganes. Von der lateralen Seite gesehen.

U Utriculus, *S* Sacculus, *d* Ductus endolymphaticus, *Ca* vorderer, *Cp* hinterer, *Ch* horizontaler Bogengang. *a*, *e*, *p*, vordere. äussere und hintere Ampullen, durch deren Wand die Cristae staticae durchscheinen, *l* Lagena des Sacculus, m_1—m_4 Maculae staticae.

Die Blase ist in zwei Abschnitte geteilt: einen ventralen Sacculus (*s*) und den dorsalen Utriculus (*U*), durch eine eingeschnürte Wandstelle — Canalis utriculo-saccularis kommunizierend. Von letzterem oder dem Sacculus steigt der Ductus endolymphaticus (*d*) zur Schädelhaut empor. Der Utriculus hat kegelförmige Gestalt; sein spitz zulaufender dorsaler Abschnitt — Sinus superior sendet drei Bogengänge (halbzirkelförmige Kanäle) in drei aufeinander senkrechten Ebenen ab: Von der Spitze den vorderen sagittalen (*Ca*) und den hinteren frontalen (*Cp*) Bogengang und von seiner Basis den äusseren horizontalen (*Ch*) Kanal. Alle drei münden in den weiten, basalen Abschnitt des Utriculus mit sphärisch aufgetriebenen Ampullen, die dem Kanale entsprechend als vordere (*a*), äussere (*e*) und hintere (*p*)

Ampulle bezeichnet werden. Unterhalb der vorderen und äusseren Ampulle treibt der Utriculus nach vorne eine schmale mediale Ausbuchtung — Recessus utriculi. Vom Sacculus wird eine hintere laterale Tasche — Lagena (*l*) abgegliedert. Die einschichtig epitheliale Labyrinthwand wird durch angelagerten Spindelknorpel verstärkt und an 7 Stellen, zu welchen Äste des Acusticus treten, eigenartig differenziert, indem einzelnen cylindrischen oder flaschenförmigen Epithelzellen lange Fortsätze (Sinneshaare) aufgesetzt werden, andere indifferente Stützzellen bleiben. Fasern des Hörnerven ziehen zur Basis der Haarzellen. In den drei Ampullen tragen die Zellen schmaler Epithelleisten — Cristae staticae s. acusticae lange in der Endolymphe badende Haare. An den Maculae staticae s. acusticae stecken die kurzen Haare in einer faserigen Deckmembran, welche kleine Krystalle — Statolithen birgt:

Die Macula recessus utriculi (m_1) liegt im Recessus des Utriculus parallel der Ebene des äusseren Bogenganges,

die Macula sacculi (m_3) an der medialen Wand des Sacculus, parallel der Ebene des vorderen Bogenganges,

die Macula lagenae (m_4) an der medialen Wand der Lagena, parallel der Ebene des hinteren Bogenganges.

Dazu kommt noch die Macula neglecta (m_2) ohne Statholithen, im hinteren Bezirke des Utriculusbodens, oft nahe dem Utriculosaccularkanale.

Das Labyrinthorgan dient als statisches Sinnesorgan. Denn bei Lageveränderungen des Körpers geben die in der Ruhe gestörten Statolithen eine veränderte Empfindung und bei der Bewegung erregen die feinen Wellen der erschütterten Endolymphe an den Haaren der Cristae staticae die Empfindung der Körperdrehung.

Das ursprünglich frei in der Schädelhöhle liegende Labyrinth wird meist in die Wand der Labyrinthregion des Knorpelcraniums eingebettet.

Fische.

Das Labyrinth der Fische weist nur geringfügige Modifikationen des allgemeinen eben skizzierten Grundplanes auf. Utriculus samt Bogengängen sind bei diesen Tieren, welche sich im Wasser frei nach jeder Richtung des Raumes verschieben können, mächtig entfaltet. Der Sacculus ist meist recht gross, die Lagena klein, der Utriculo-Saccularkanal verkümmert bei vielen Knochenfischen. Den Maculae staticae bei den Haifischen lagern regellose Haufen von Kalkkrystallen auf, während bei Knochenfischen und Knochenganoiden grosse Statolithen vorkommen. Der Ductus endolymphaticus mündet nur an der Kopfhaut der Haifische, bei den übrigen schliesst er blind innerhalb der Schädelhöhle. Das Labyrinth liegt in Seitenräumen der Schädelhöhle innerhalb eines lymph-

haltigen bindegewebigen Maschenwerkes — Cavum perilymphaticum, grösstenteils ohne knorpelige oder knöcherne Umschalung, nur bei Haifischen ist es allseitig von Knorpelmassen des Craniums umhüllt.

Lungenatmer.

Das Labyrinth der übrigen Wirbeltiere wird samt dem perilymphatischen Raume von der Schädelhöhle abgetrennt und dem Knorpel der otischen Schädelregion eingebettet, der nun als Labyrinthkapsel funktioniert. Die Höhle der letzteren kommuniziert durch den Ductus perilymphaticus mit der Schädelhöhle. Ihre Kammerung ist in verschiedener Weise durchgeführt, bis bei den Säugetieren die drei Bogengänge, die drei Ampullen und die Schnecke je in gesonderten Räumen liegen, und nur Sacculus und Utriculus von einer gemeinsamen Vestibulum genannten Höhle umschlossen werden. Indem andere am Kopfe liegende Teile als Hilfsapparate beigezogen werden, gewinnt das Labyrinthorgan auch die Rolle eines schallempfindenden Apparates. Die erste Schlundtasche des Vorderdarmes, deren Hautöffnung durch eine elastische Membran — Trommelfell verschlossen bleibt, erweitert sich an der äusseren Fläche der Labyrinthkapsel als geräumige Paukenhöhle — Cavum tympani und zieht als engerer Kanal — Tuba Eustachii in den Vorderdarm.

Eine rundliche Platte der an die Paukenhöhle stossenden Wand der Ohrkapsel — Stapes, ist beweglich ihrer Umgebung eingefügt und verschliesst ein Loch der Kapselwand — ovales Fenster, Foramen ovale. Zwischen dem Stapes und dem Trommelfelle wird in die lufterfüllte Paukenhöhle das Hyomandibulare des Hyoidbogens als ein schlanker Knochenstab — Columella eingeschoben, um die durch die anprallenden Schallwellen erregten Erschütterungen des Trommelfelles am ovalen Fenster zunächst der Flüssigkeit des perilymphatischen Raumes und indirekt der Endolymphe des Labyrinthes zu übertragen.

Amphibien.

Die Bogengänge der Amphibien sind flach gekrümmt, der Ductus endolymphaticus schwillt zu einem grossen das Hirn deckenden Sacke an. Nur bei Fröschen treten acht Nervenendstellen auf, weil die Macula der Lagena sich geteilt hat. Nunmehr sind zwei Abschnitte der Lagena zu unterscheiden: die an den Sacculus stossende, die neu auftretende Papilla acustica basilaris enthaltende Pars basilaris s. Cochlea und die hintere die Macula lagenae bergende Pars lagenaris. Die Pars basilaris ist dadurch charakterisiert, dass im Gegensatze zu der dicken knorpeligen Wand der ganzen Lagena die Strecke, welche die Papilla acustica basilaris trägt, eine ganz dünne Membrana basilaris darstellt und dem übrigen Knorpel-

gehäuse der Pars basilaris wie einem Knorpelrahmen eingespannt erscheint. Die Zellen der Papilla basilaris tragen niedere konische Sinneshaare.

Die Pars basilaris Cochleae entfaltet sich bei den höheren Wirbeltieren als ein immer wichtiger werdender Apparat der Tonempfindung. Schon bei den Fröschen auch äusserlich abgegliedert, wird sie bei Amnioten immer mächtiger und drängt die Pars lagenaris als kleines Anhängsel zurück.

Reptilien.

Als gemeinsamer Charakter der ungemein grossen Formenmannigfaltigkeit, welche das Labyrinth der Reptilien aufweist, lässt sich feststellen, dass der Sacculus von Cochlea und Utriculus schärfer getrennt wird, indem die Verbindungsstellen sich zu engen Kanälen, Ductus sacculo-utricularis und Ductus sacculo-cochlearis ausziehen, und dass die Cochlea meist klein bleibt. Acht Nervenendstellen sind vorhanden. Das Trommelfell liegt unter dem Niveau der Kopfhaut.

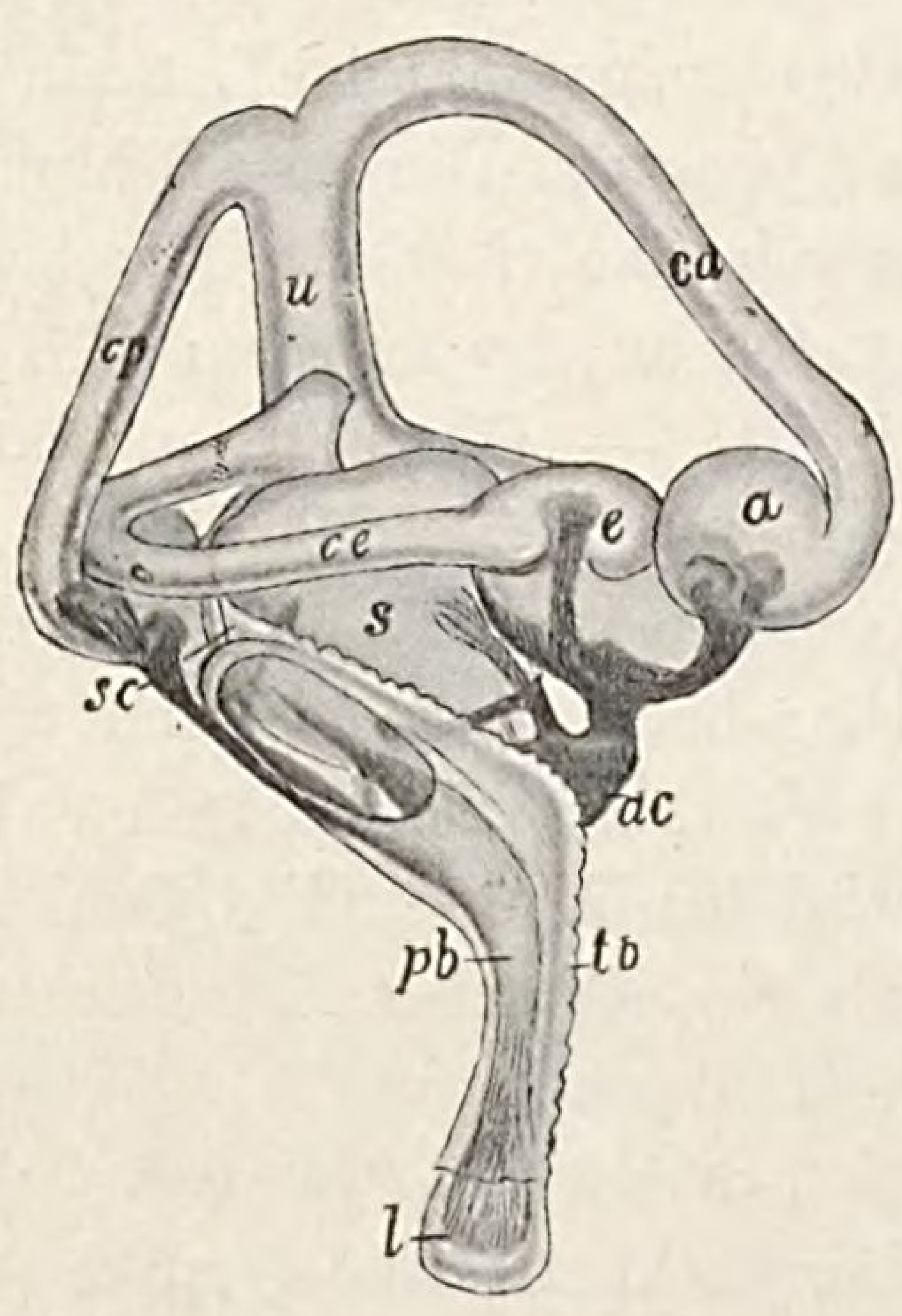


Fig. 78.
Labyrinthorgan des Alligators. Nach Retzius. 5 mal vergr.

u Utriculus, *ca*, *cp*, *ce* vorderer, hinterer, horizontaler Bogengang, *a*, *e* vordere, äussere Ampulle, *s* Sacculus, *sc* Canalis sacculo-cochlearis, *pb* Papilla basilaris, *tv* Tegmentum vasculosum, *l* Lagena, *ac* Acusticus, rechts seine Zweige zu den Cristae staticae der vordern und äussern Ampulle.

Bei den Krokodilen (Fig. 78) wächst die Pars basilaris Cochleae kanalartig aus, ihr neuer Formzustand wird als Schneckenkanal — Ductus cochlearis bezeichnet. Zugleich strecken sich Membrana basilaris und Papilla acustica basilaris (*pb*) in die Länge, während die Papilla lagenae klein bleibt. Der lange Ductus cochlearis ist etwas spiralig aufgewunden und die Pars lagenaris (*l*) samt ihrer Papille bildet nur eine kleine Endtasche der Schnecke. Nicht bloss die untere Wand des Schneckenkanales, die lang gezogene Membrana basilaris ist dünn, sondern auch die obere Decke entbehrt des Knorpelgewebes und bildet eine schwache, Gefässe führende Schichte — Tegmentum vasculosum s. Membrana Reissneri (*tv*). Nur die seitlichen Wände des Schneckenkanales bleiben dick knorpelig; sie werden als Nervenknorpel — Lamina spiralis und als dreieckiger Knorpel — Ligamentum spirale unterschieden. Da die verdickten Streifen des Schneckenkanales sich der Ohrkapselwand fest anlegen, wird deren perilymphatischer Raum in zwei nur am Ende der Pars lagenaris kommunizierende Kanäle geteilt. Der unter der Membrana basilaris liegende Perilymphraum heisst Paukentreppe — Scala tympani (Fig. 79, *f*), der über der Mem-

brana Reissneri Vorhofstreppe — Scala vestibuli. Die Ohrkapselwand bricht an einer zweiten Stelle — Schneckenfenster, Foramen rotundum

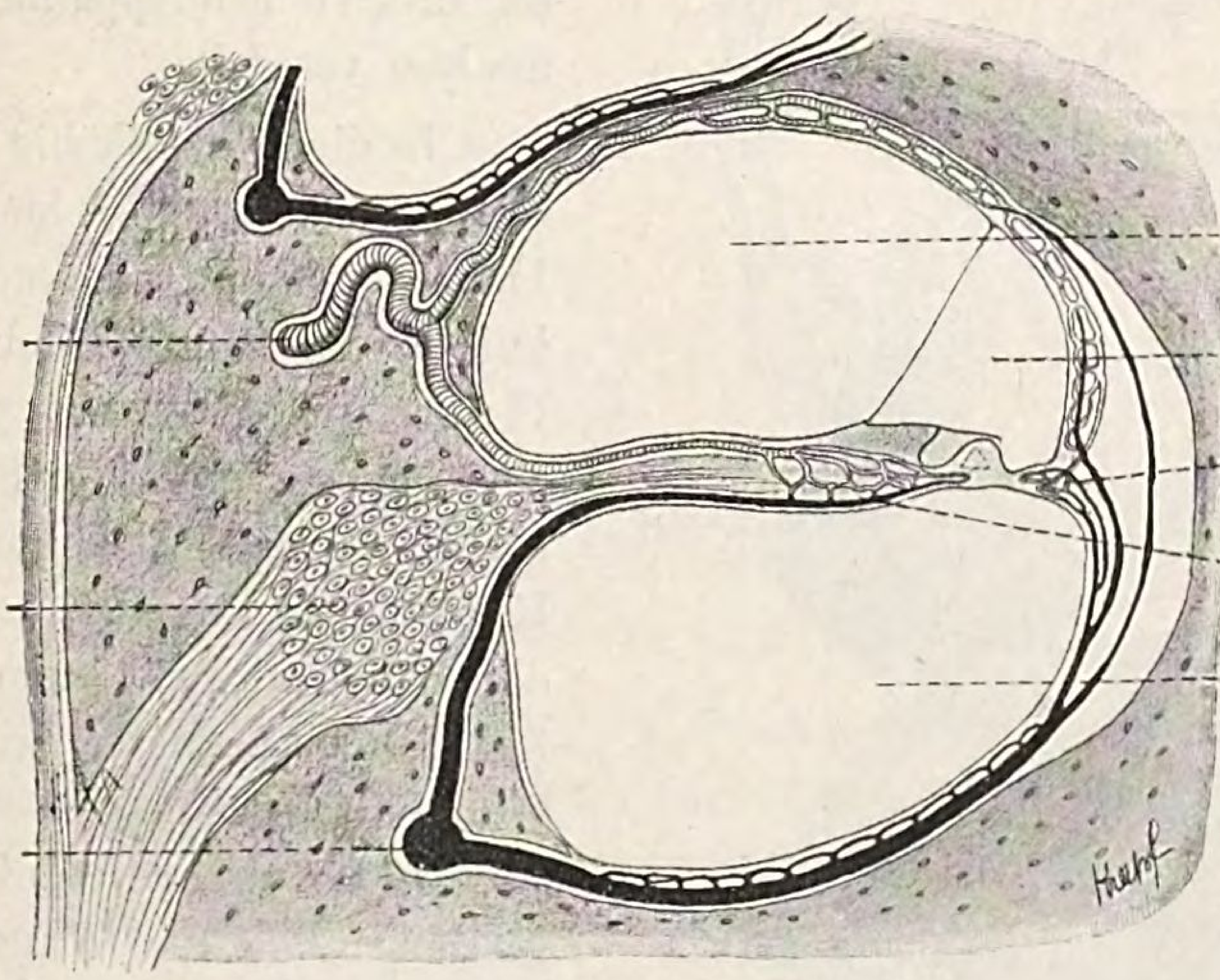


Fig. 79.

Querschnitt durch den Schneckenkanal samt Kapselwand nach Eichler.

g Arterie, *h* Ganglion des Acusticus, *i* Vene, *v* Scala vestibuli, *Dc* Ductus cochlearis, *c* Gefässkapillaren im Ligamentum spirale, *d* Gefässkapillaren im Limbus spiralis, *f* Scala tympani.

gegen die Paukenhöhle durch. Die gleichen Umbildungen erfolgen bei Vögeln und Säugern.

Vögel.

Die Bogengänge der Vögel, deren freier Flug scheinbar keine Schranke kennt, sind mächtig entfaltet. Der vordere Bogengang springt in starker Krümmung über die Ebene des hinteren Bogenganges und mündet an der hinteren Seite des niedrigen Sinus superior. Sacculus samt Macula ist klein. Der enge Sacculo-Cochlear-Kanal führt in den langen gekrümmten Schneckenkanal. Acht Nervenendstellen sind vorhanden. Das Trommelfell liegt am Grunde eines kurzen äusseren Gehörganges, dessen Mündung von Federn verdeckt wird.

Säugetiere.

Der Sacculus ist winzig klein mit engen Verbindungskanälen. Der Ductus endolymphaticus entspringt vom engen geknickten Canalis utriculosaccularis. Die Macula neglecta und die Macula lagenaris samt ihren Statolithen fehlen, so dass nur 2 Statolithenhaufen vorhanden sind. Der lang gestreckte Schneckenkanal windet sich in $2^1/_2$—4 Spiraltouren. In den spiralig gekrümmten Hohlraum ihres knöchernen Gehäuses springt eine

knöcherne Lamelle, Lamina spiralis ossea vor, welcher der Nervenknorpel des Schneckenkanales ansteht. Die Papilla acustica basilaris wird zum Cortischen Organe, einem ausserordentlich feinen Apparate der Klanganalyse veredelt.

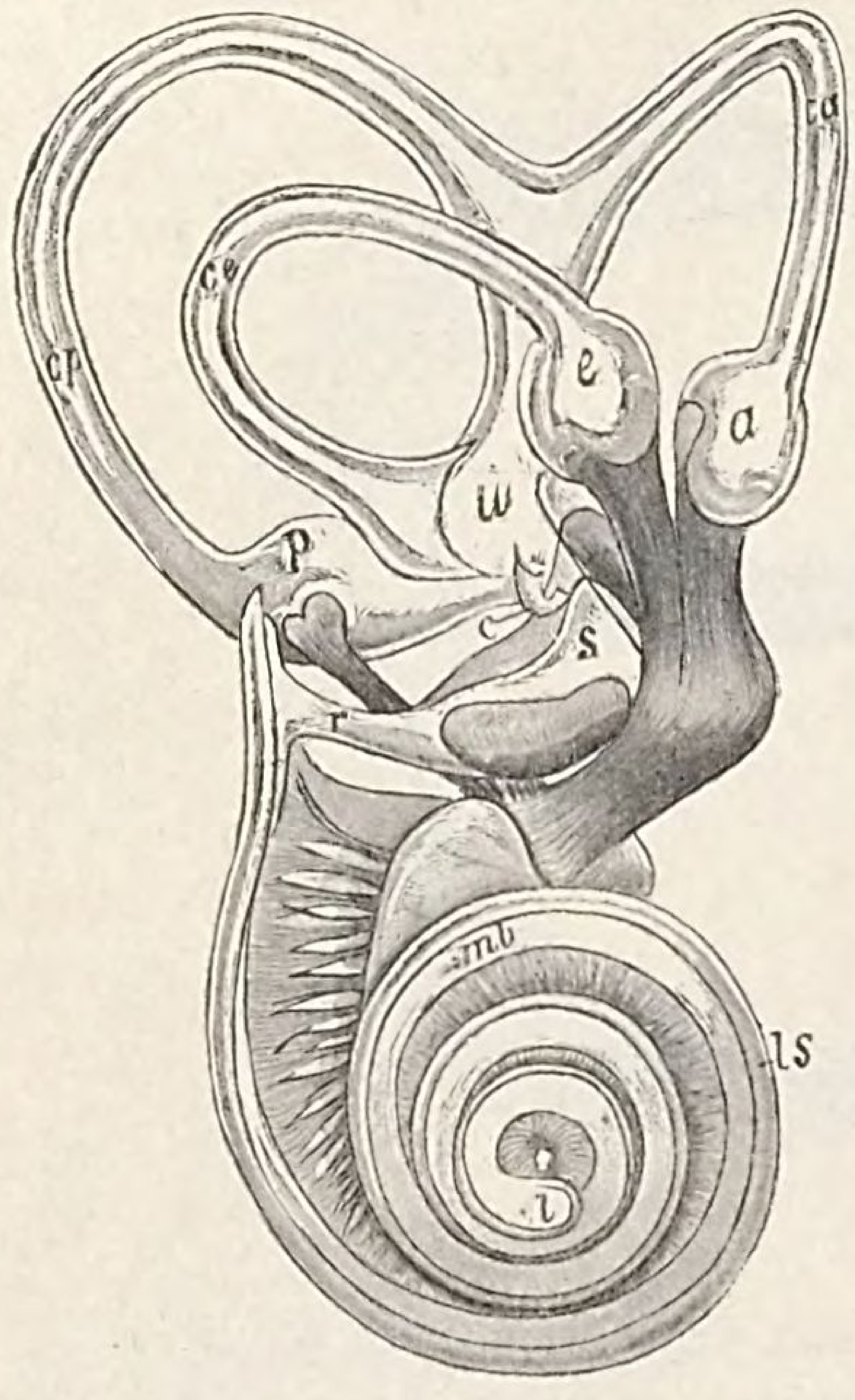


Fig. 80.
Labyrinthorgan eines Kalbes. Nach Retzius. $4^1/_2$ mal vergr.

ca, *cp*, *ce* vorderer, hinterer, äusserer Bogengang, *a*, *p*, *e* die vordere, hintere, äussere Ampulle, *u* Utriculus, *s* Sacculus, *r* der enge Canalis sacculo-cochlearis = Canalis reuniens, *mb* Membrana basilaris, *ls* Ligamentum spirale, *l* Lagena.

In die Paukenhöhle werden das kleine Quadratum — hier Amboss, Incus genannt — und das Artikulare des Unterkiefers — hier Hammer, Malleus genannt — eingeschoben und dem Stapes angelagert, so dass eine aus mehreren Knöchelchen bestehende Kette von der Labyrinthwand zum Trommelfell zieht. Letzteres wird in den Grund des als längere Röhre ausgezogenen äusseren Gehörganges geschoben, dessen Wand teils vom Squamosum, teils vom Tympanicum gebildet wird. Eine knorpelig gefestigte und durch Muskeln bewegliche Hautfalte — Ohrmuschel umgiebt seine Mündung, um die Schallwellen aufzufangen.

X.

Die Harn- und Geschlechtsorgane.

Wie die Atemorgane im innigsten Zusammenhange mit dem Vorderdarme stehen, existiert auch zwischen den Geschlechts- und Harnorganen ein direkter Konnex, so dass eine gemeinsame Betrachtung beider notwendig ist. Sie entstehen paarig in der dorsalen Rumpfwand:

die Harnorgane als die ganze Länge des Rumpfes durchziehende flache Streifen — Urnieren,

die Geschlechtskeimfalten als kürzere in das Cölom vorspringende Wülste an der medialen Seite der Nierenstreifen.

Dem bindegewebigen Gerüste der Nierenstreifen sind vielfach gewundene Harnkanälchen eingebettet, welche durch einen Wimpertrichter (*t*) an der peritonealen Fläche in die Leibeshöhle sich öffnen und mit einer seitlichen kelchartig eingestülpten Blase — Bowmannschen Kapsel (*k*) den wasserausscheidenden Gefässknäuel eines Aortenzweiges (Glomerulus) umfassen[1]). Ihre meist quer gerichteten Endabschnitte münden in einen langen Vornierengang, der lateral von der Urniere streicht und in den Enddarm nahe dem After mündet.

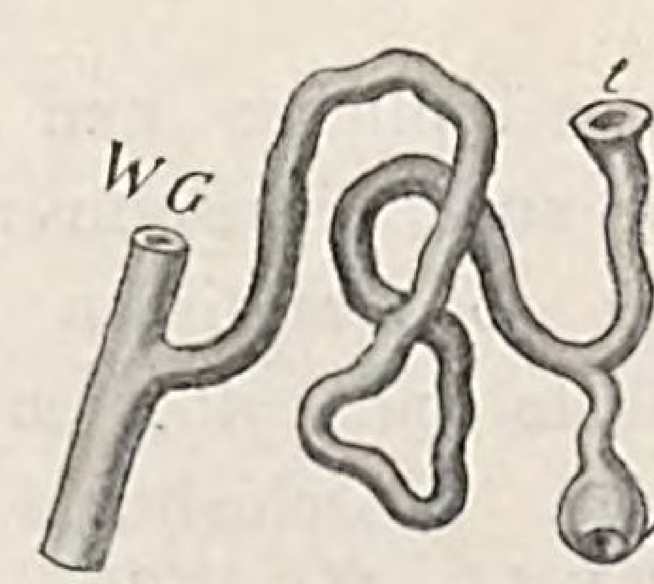


Fig. 81.
Schematisches Bild eines Harnkanälchens d. Urniere.
t Wimpertrichter, *k* die kelchartig eingestülpte Bowmansche Kapsel, *WG* Sammelgang der Urnierenkanälchen.

Man unterscheidet einen kleinen vorderen Teil des Nierenstreifens als Vorniere — Pronephros, der in früher Lebenszeit entsteht und rasch wieder schwindet. Die wenigen Vornierenkanälchen umschliessen keinen Glomerulus, gegenüber ihren Trichtern aber ragt ein Gefässknäuel — Glomus von Ästen der Aorta frei in die Leibeshöhle. Der hintere lange Abschnitt bildet die Urniere

1) Der aus Kapsel und Glomerulus zusammengefügte Teil des Harnkanälchens wird Malpighisches Körperchen genannt.

— Mesonephros. Ihre ursprünglich segmental geordneten Kanälchen vermehren sich später, so dass auf ein Segment mehrere Harnkanälchen treffen, in der hinteren mehr als in der vorderen Region.

Da die Vorniere nur während des Larven- bezw. Embryonallebens besteht, übernehmen die langen Urnieren allein die Harnbereitung bei Fischen und Amphibien.

Medial von den Nierenstreifen liegen die kurzen symmetrischen, von einem kubischen Epithel überzogenen Bindegewebswülste der dorsalen Leibeswand — Keimfalten: Hoden, Testis beim männlichen, Eierstock, Ovarium beim weiblichen Individuum genannt. Der morphologische Plan derselben stimmt in beiden Geschlechtern überein; überhaupt ist die Stilistik

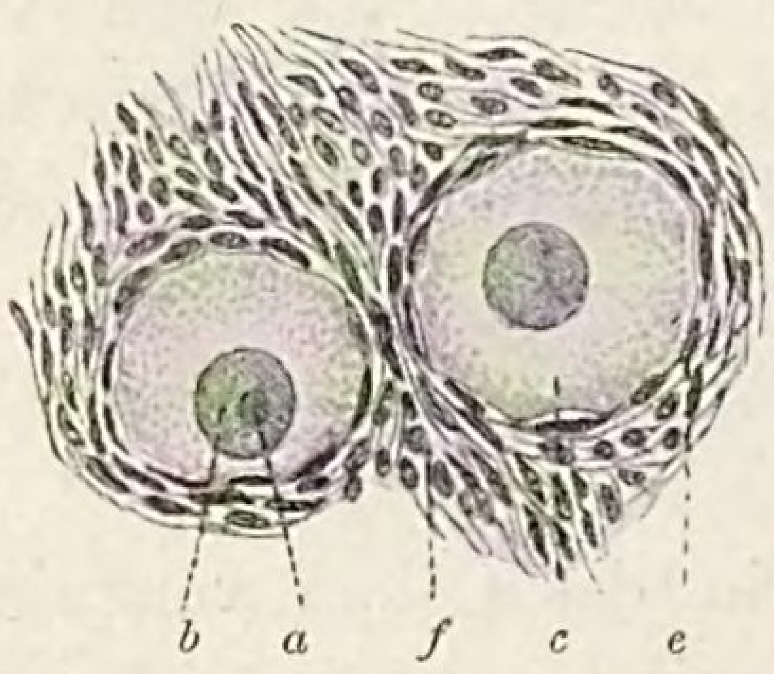


Fig. 82.
Kleine Eifollikel.

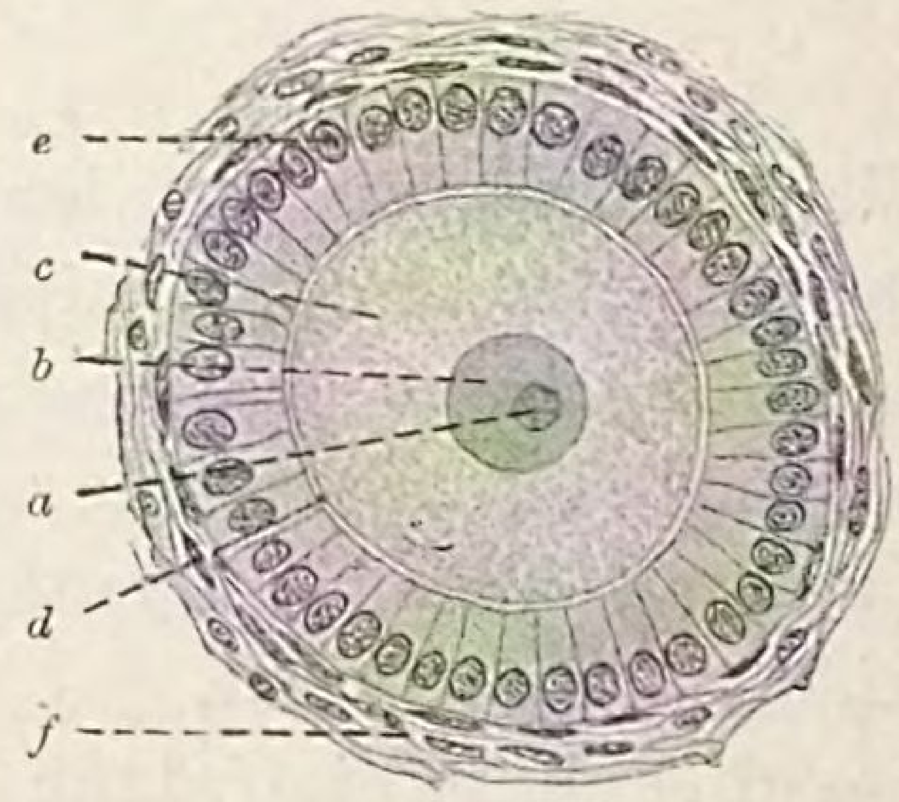


Fig. 83.
Grössere Eifollikel.

Aus Schnitten des Ovariums einer Katze. 225 mal vergr. Nach Böhm-Davidoff.
a Keimfleck, *b* Kern, *c* Urei, *d* Eihülle, *e* Follikelepithel, *f* bindegewebiges Stroma des Eierstockes.

des männlichen und weiblichen Urogenitalsystemes vollkommen homolog, mag auch die Form und der physiologische Wert der Geschlechtsprodukte noch so verschieden sein. Die Geschlechtsfalten sind anfänglich solide Wülste und entbehren einer inneren Höhlung ebensowohl wie der Ausführgänge. Einschichtiges Epithel, dessen Zellen teilweise zu männlichen oder weiblichen Keimzellen: Spermatozoen — Eizellen reifen, überdeckt das bindegewebige Gerüste — Stroma der Keimfalten. Die Reifung der Keimzellen erfolgt in der Weise, dass einzelne Epithelbezirke strangförmig in das Stroma der Keimfalten einsinken und endlich ihren Zusammenhang mit der Oberfläche ganz lösen: die Keimfalten werden von Ei- bezw. Samensträngen durchwachsen. Die Stränge der Eierstocksfalten gewinnen rasch sphärische Gestalt — Eifollikel (Fig. 82, 83); ein Kugelmantel indifferenten Epitheles — Follikelzellen umhüllt eine centrale grössere Zelle — Urei. Diese allein vergrössert ihr Volumen und speichert Reservestoffe — Dotter auf, während die Follikelzellen allmählich kleiner werden. Sobald die Ureizelle normale Grösse erreicht hat, platzt die Wand des aufgetriebenen Follikels und schleudert das Ei durch den Riss in die Leibeshöhle. Die Eizelle teilt

sich entweder innerhalb des Follikels oder nach dem Austritte zweimal in sehr ungleiche Stücke, weil den kleineren Teilstücken (Richtungskörper) zwar die Hälfte der chromatischen Kernsubstanz, aber nur Spuren von Plasma mitgeteilt werden. Da nach der ersten Teilung die chromatische Masse der grösseren Zelle nicht regeneriert, enthält das durch die zweite Teilung reif gewordene Ei nur den vierten Teil des ursprünglichen chromatischen Materiales.

Ureizelle teilt sich in

Eimutterzelle teilt sich in und I. Richtungskörperchen

Reife Eizelle und II. Richtungskörperchen.

Dem Platzen des Follikels folgen Blutungen und Neubildung von Bindegewebszellen, um die dem Eierstocksstroma geschlagene Lücke durch Narbengewebe — Gelber Körper, Corpus luteum wieder zu verschliessen.

Die Samenstränge des Hodenwulstes bilden ebenfalls sphärische, manchmal schlauchartig verlängerte Samenfollikel, in denen ein Kugelmantel

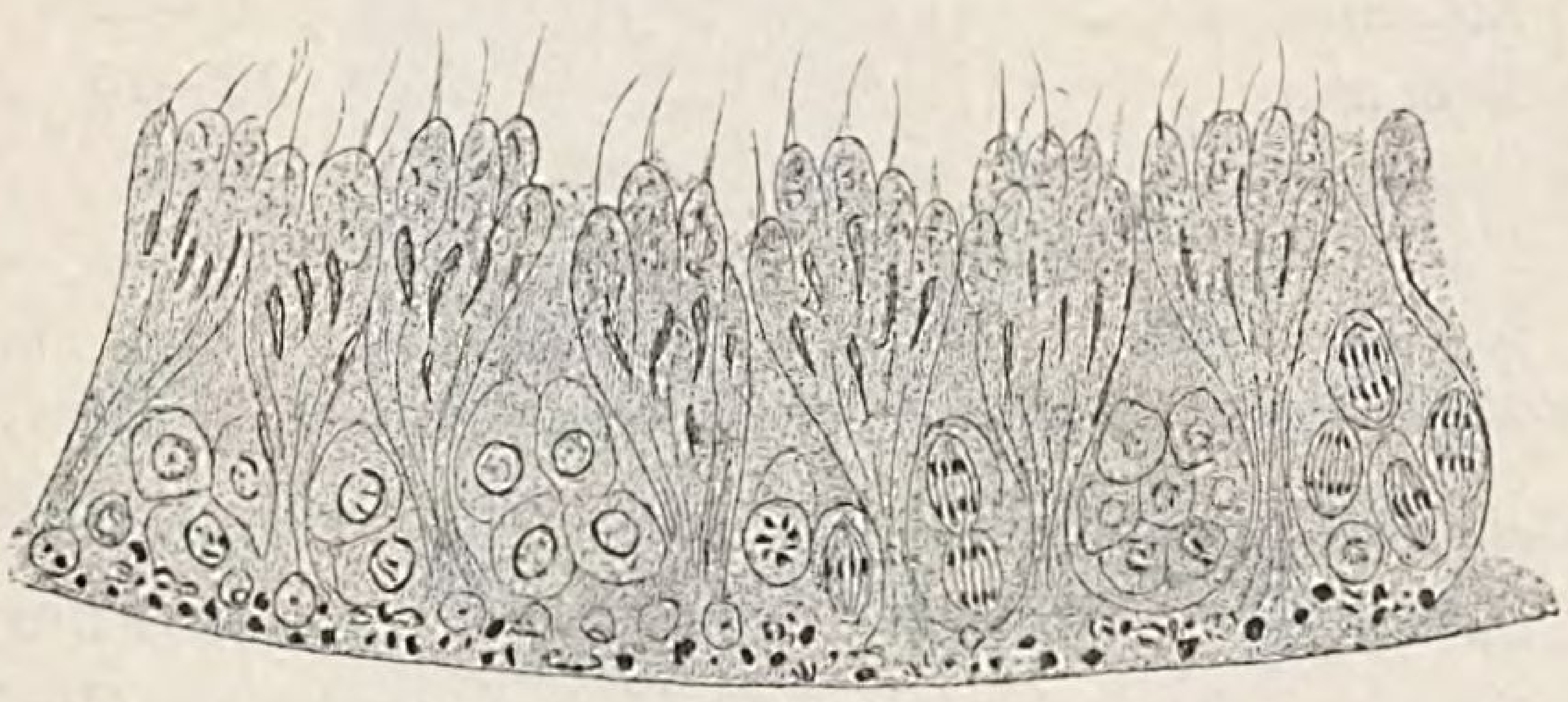


Fig. 84.
Schnitt durch ein gewundenes Samenkanälchen des Hodens der Ratte. Nach v. Ebner.
Die kandelaberartigen Gebilde sind die Stützellen in Verbindung mit Spermatiden und Spermatosomen. Dazwischen samenbildende Zellen z. Th. in Teilung.

indifferenter Stützzellen eine centrale Ursamenzelle — Spermatogonie umschliesst. Später teilt sich die Spermatogonie mehrfach und liefert einen Haufen kleinerer Tochterzellen — Samenmutterzellen, Spermatocyten, während die Stützzellen zurücktreten[1]). Die Spermatocyten teilen sich zweimal hintereinander in je vier Samenzellen — Spermatiden, die zu Spermatozoen reifen, indem der Kern sich cylindrisch streckt — Kopf des Spermatozoon, das Centrosoma sich an das hintere Ende desselben fügt und der Plasmaleib der Zelle fadenförmig ausgezogen wird — Schwanz. Wenn später der reife Inhalt entleert wird, veröden die Samenfollikel.

[1]) Ein Samenfollikel in diesem Stadium wird auch Spermatocyste genannt.

Die Reifung der Follikel erfolgt periodisch. Nach dem Beginne des selbstständigen Lebens verstreicht oft lange Zeit, ehe die Thätigkeit der Geschlechtsfalten einsetzt, und ist dies geschehen, so wechseln immer Zeiten erhöhter Thätigkeit mit Ruhepausen und die Geschlechtswülste erscheinen voluminös oder schwach. (Das Gewicht des Hodens eines neugeborenen Menschen beträgt 0,8 g, des Erwachsenen 48 g. Das Gewicht beider Hoden eines Sperlings, Fringilla domestica, dessen Körpergewicht im Durchschnitt 31 g sind, betrug am 1. Januar 0,0019 g, am 30. April 0,599 gr und ihr Volumen hatte sich von 0,268 cmm auf 302 cmm gesteigert.) Durch die Produktion der Keimzellen wird eine grosse Zahl von Follikeln ganz zerstört, deshalb reift in der nächsten Brunstperiode der Inhalt anderer Follikel. So wechseln verödete und regenerative Zonen an allen Keimfalten.

Die Menge der während einer Brunstperiode reifenden Produkte ist erstaunlich gross: stets bei männlichen Tieren (1 cmm der Samenflüssigkeit des Hundes enthält 61800, des Menschen 60900 Spermatozoen), bei den Weibchen nur, wenn kleine Eizellen gelaicht werden, wie von den Fischen und Amphibien.

Der Kabliau	setzt jährlich etwa	4000000	Eier
„ Karpfen	„ „ „	330000	„
„ Hecht	„ „ „	130000	„
„ Frosch (Rana fusca)	„ „ „	1860	„
Das Krokodil	„ „ „	40—70	„
Die Ringelnatter	„ „ „	20—35	„
„ Eidechse	„ „ „	8—12	„
Das Rebhuhn	„ „ „	10—15	„
Der Staar legt jährlich zweimal etwa		5—7	„
„ Fuchs trägt jährlich etwa		4—7	„
„ Maulwurf trägt jährlich zweimal etwa		6—8	„
Die Maus trägt jährlich 4—6 mal etwa		4—10	„

Der vordere Teil der Urniere — Geschlechtsniere verbindet sich meist mit den medialen Keimfalten und liefert die Ausführwege der Geschlechtszellen, indem einerseits Sprossen der vorderen Urnierenkanälchen — Genitalkanäle in die Keimfalten einwachsen, andererseits neben dem im Bereiche der rückgebildeten Vorniere verkümmernden Vornierengang — Wolffscher Gang genannt — ein neuer Kanal entsteht, der ebenfalls in den Enddarm mündet. Dann liegen lateral von der Urniere zwei Gänge:

1. Der Müllersche Gang zieht durch die ganze Leibeshöhle, mit welcher sein Lumen durch das trichterförmige Vorderende — Tuba Fallopii kommuniziert; derselbe ist gegen die Harnkanälchen abgeschlossen, sein Binnenepithel bildet zahlreiche Drüsen.

2. Der Wolffsche Gang zieht nur längs der Urniere und nimmt die Urnierenkanälchen als wahrer Harnleiter auf.

Genitalkanäle und Müllerscher Gang stehen in korrelativem Verhältnisse, wenn die einen mächtig entfaltet werden, verkümmert der andere und umgekehrt.

Bei allen männlichen Tieren (Fig. 85, linke Seite) durchwachsen die Genitalkanäle den Hodenwulst, legen sich den Samenfollikeln an, brechen in sie durch und bilden ein Netzwerk von Kanälen des Hodens — Vasa effe-

rentia testis (Rete vasculosum Halleri) welche die reifen Samenfäden in die Urnierenkanälchen bezw. in den Wolffschen Gang ableiten. Dieser

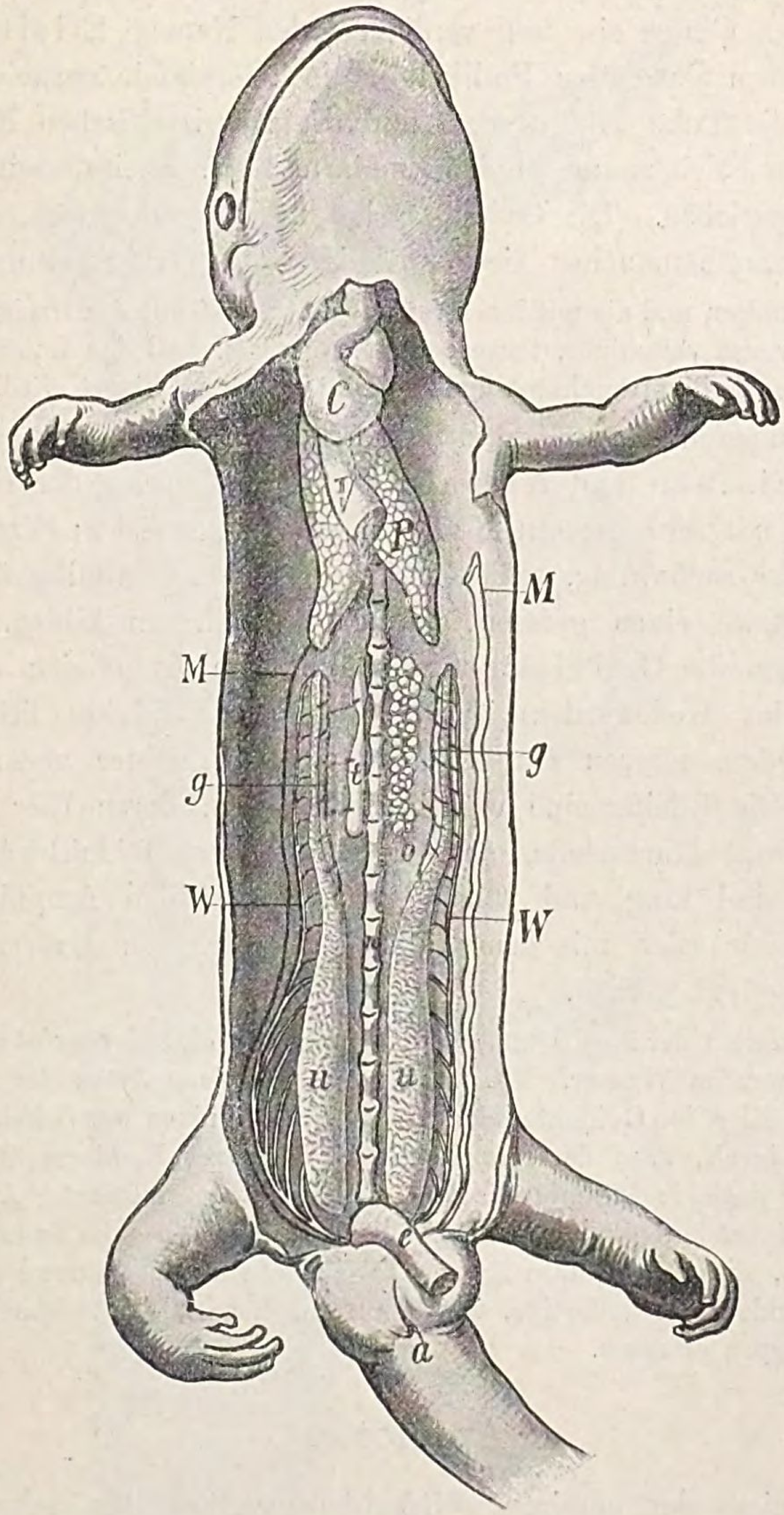


Fig. 85.

Schematische Darstellung der Urogenitalorgane eines Molches. Links ist der Befund bei männlichen, rechts bei weiblichen Individuen eingezeichnet.

w Wirbelsäule, *C* Herz, *V* Magen, *P* Lunge, *e* Enddarm, *a* After, *u* Urniere; der vordere schmale Abschnitt derselben stellt die Geschlechtsniere dar, an deren medialer Seite die Genitalkanäle *g* hängen, *t* Hoden, *o* Ovarium, *M* Müllerscher Gang, *W* Wolffscher Gang.

funktioniert also als Harnsamenleiter. Der Müllersche Gang gewinnt keine Bedeutung und verkümmert.

Die in die Ovarialfalte eindringenden Genitalstränge (Fig. 85, rechte Seite) werden dagegen niemals mächtig, sie kommunizieren nicht mit den Eifollikeln und bilden nicht die Leitungswege der Eier. Denn als solche treten die Müllerschen Gänge ein und verdienen den Namen Eileiter — Ovidukte. Die dem platzenden Follikel in die Leibeshöhle entweichenden Eier gelangen in die Tube und werden durch die peristaltischen Kontraktionen der muskulösen Eileiterwand in den Enddarm bezw. durch dessen Kontraktion nach aussen getrieben. Die Ovidukte sind meist symmetrisch, nur im langgestreckten Rumpfe mancher Tiere wird der linke Ovidukt kürzer.

Die Keimfalten und die mit ihnen funktionierenden Teile der Urnieren erscheinen während der Brunst voluminös, turgeszent und gerötet, weil das Lumen der Kanäle, das Volumen der Follikel zunimmt und die Blutzufuhr gesteigert wird.

Die eben geschilderten Verhältnisse herrschen während des ganzen Lebens bei den Haifischen und Amphibien. Die Ovarien der Haifische sind solide Wülste mit sehr grossen Follikeln und dotterreichen Eizellen, die der Amphibien aber sackförmig, weil die einwuchernden Genitalkanäle im Innern der Eierstocksfalte einen grossen, einfachen Hohlraum bilden. (Dem entsprechend bilden die Genitalgänge der männlichen Amphibien einen langen Sammelgang im Hodenwulst.) Die Tuben der Ovidukte liegen vor den Ovarien nahe dem Herzen (zu einem unpaaren Trichter verschmolzen bei Haifischen). Die Eileiter sind weit bei Haifischen, deren Eier darinnen oft mit Eiweiss und Hornschale, dem Produkte der Oviduktdrüsen umhüllt werden. Sie sind lang und stark gewunden bei den Amphibien, weil in kurzer Zeit viele Eier mit dem gallertig erstarrenden Drüsensekrete umgeben und abgelegt werden.

Die Keimzellen der Fische und Amphibien treffen einander meist ausserhalb des elterlichen Körpers im Wasser. Wenn aber (verschiedene Arten der Haifische und Amphibien) die Eier im Ovidukte sich zu neuen Individuen entwickeln, erfolgt die Befruchtung dadurch, dass der männliche Samen in den Enddarm übertragen wird und in die dort liegende Öffnung der Müllerschen Gänge eindringt. Als Hilfsorgane der Begattung dienen bewegliche Strahlen — Pterygopodium der Bauchflossen männlicher Haifische, die ausgestülpte Kloake der Blindwühlen, während die Weibchen etlicher Salamanderarten gallertige, von den Männchen abgelegte Samenpatronen mit ihren Kloakenlippen erfassen.

Amnioten.

Die Urniere der amnioten Wirbeltiere verliert ihre sekretorische Bedeutung vollständig, entweder im ersten Lebensjahre oder noch während der Embryonalzeit, weil am hinteren Abschnitte des Wolffschen Ganges ein neues Harnorgan — Beckenniere, Metanephros entsteht (Fig. 86). Deren Harnkanälchen ermangeln der Flimmertrichter, besitzen aber je ein Malpighisches Körperchen, dessen Glomerulus mit zu- und abführenden arteriellen Gefässen verbunden ist. Die ebenfalls neugebildeten Ausführgänge der Beckenniere — Harnleiter, Ureteren münden in das Urodäum neben den Wolffschen

und Müllerschen Gängen (Fig. 87, 88). Die Beckenniere scheidet weissen breiigen Harn (Reptilien, Vögel), oder eine helle gelbliche Harnflüssigkeit (Säugetiere) ab.

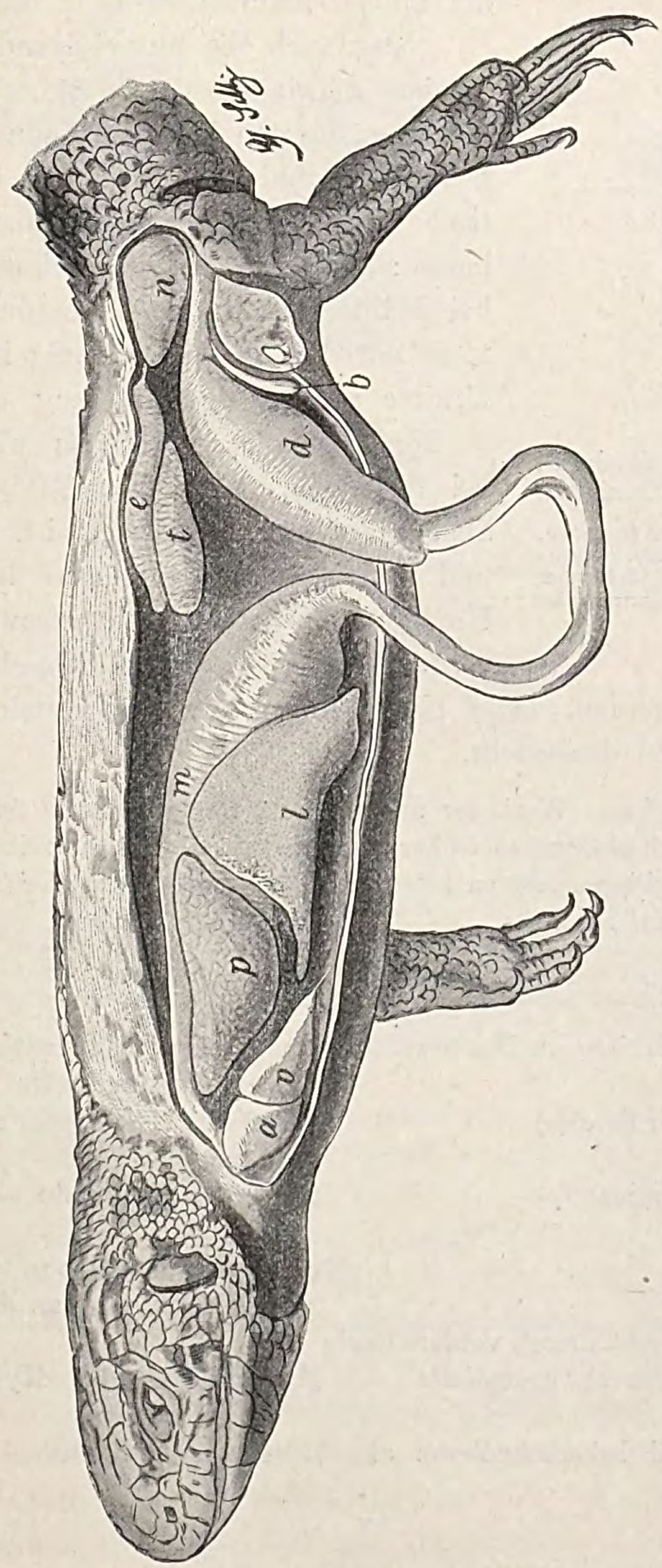


Fig. 86.

Anatomie der Eidechse (Lacerta agilis). Die linke Rumpfwand entfernt.

a Atrium, *v* Ventrikel, *p* Lunge, *l* Leber, *m* Magen, *d* Enddarm, *b* Harnblase, *t* Hoden, *e* Urniere = Nebenhoden, *n* Beckenniere.

Das Sekret der Urniere bezw. der Beckenniere wird während des Embryonallebens aller Amnioten in der ventralen Ausstülpung des Urodäum, der Allantois aufgespeichert, die der Bauchhöhle am Nabelloche als dünn-

wandige Blase entwächst. Die Allantois wird ganz rückgebildet (Schlangen, Krokodile, Vögel) oder ihr Wurzelstück als Harnblase erhalten (Eidechsen, Schildkröten, Säugetiere). Nur die Ureteren der Säuger münden direkt in die Harnblase.

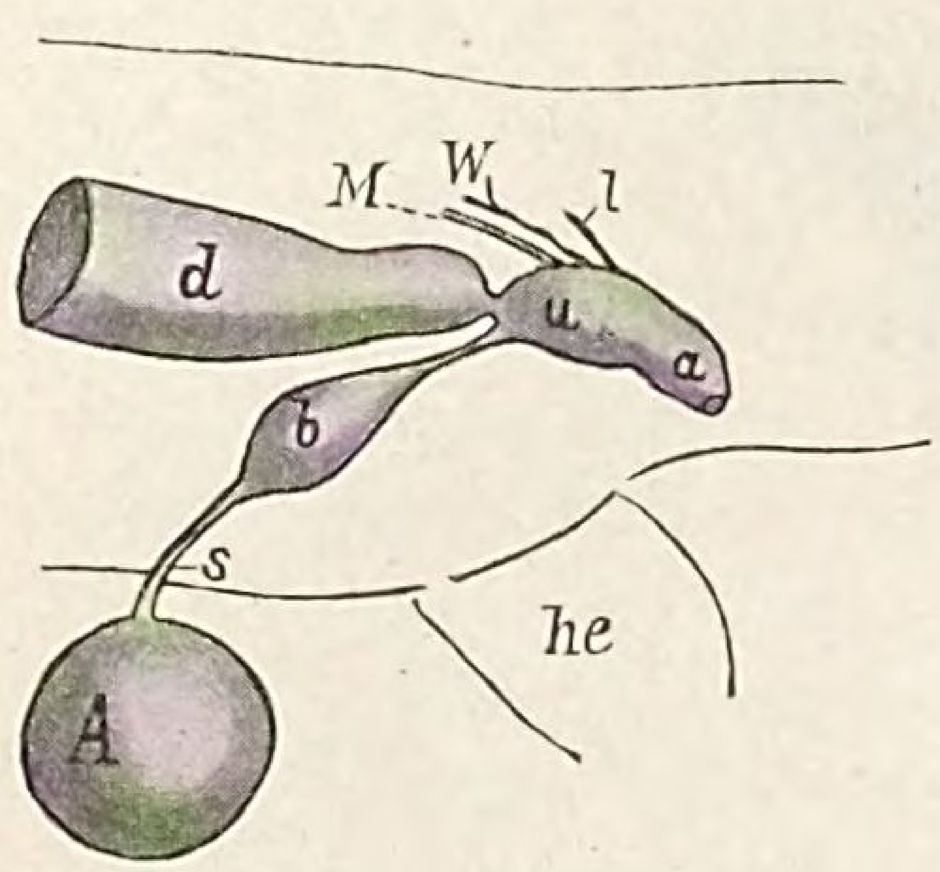


Fig. 87.
Schematischer Längsschnitt durch das Hinterende eines Amnioten.
d Enddarm, *u* Urodäum, *a* Aftergrube, *A* Allantois, *s* Stiel der Allantois, *b* Harnblase, *M* Müllerscher Gang, *W* Wolffscher Gang, *l* Harnleiter, *he* hintere Extremität.

Mag auch die blutreinigende Rolle der Urniere schwinden, die in frühester Embryonalzeit angelegten Kanalverbindungen zu den Keimfalten und die in diesem Sinne wichtigen Teile des Organes bleiben doch erhalten: natürlich in ausgedehnterem Masse bei Männchen, wo die Verbindung der Urniere mit dem Hoden so innig ist, dass die Urniere als kräftiger Anhang des Hodens — Nebenhoden erscheint; winzige Reste bei Weibchen, deren Ovarialfalte stets unabhängiger von der Urniere ist. Müllersche und Wolffsche Gänge münden immer in das Urodäum, so dass am After sowohl die unverdaulichen Speisereste als Geschlechtszellen und Harn entleert werden. Die Umbildungen der Urogenitalorgane sind schematisch in Fig. 88 dargestellt.

Da der morphologische Wert der umgebildeten Reste eines in früher Lebenszeit voluminös entwickelten Organes früher verkannt ward, sind sie mit verschleiernden, aber heute noch giltigen Namen belegt worden, die in folgender Tabelle übersichtlich zusammengefasst sind.

Bei männlichen Tieren heissen:

Die Genitalkanäle der Urniere im Hodenwulste	**Vasa efferentia testis und Rete vasculosum testis**
Der vordere Rest der Urniere (*e*)	**Kopf des Nebenhodens — Epididymis**
Der hintere Rest der Urniere (*p*)	**Gestielte Hydatide — Paradidymis**
Der Wolffsche Gang (*v*)	**Schwanz des Nebenhodens** **Samenleiter — Vas deferens**
Der Müllersche Gang verkümmert, vordere Reste (*h*) sind bei Säugetieren als ungestielte	**Morgagnische Hydatide** (am Hoden sitzend)
Hintere Reste (u_1) sind bei Säugetieren als beschrieben.	**Uterus masculinus**

Bei weiblichen Tieren heissen:

Vordere Reste der Urniere (*eo*)	**Epoophoron**
Hintere Reste der Urniere (*po*)	**Parovarium**
Reste des Wolffschen Ganges bei Säugern	**Gartnersche Gänge**
Der kräftige Müllersche Gang bildet den	**Ovidukt.**

Die Ovarialfalten der Reptilien werden sackförmig. Die Eifollikel entstehen an Streifen des Keimepitheles, den Ureierfalten, und werden in das bindegewebige Stroma der Sackwand eingeschoben. Von den sackförmigen

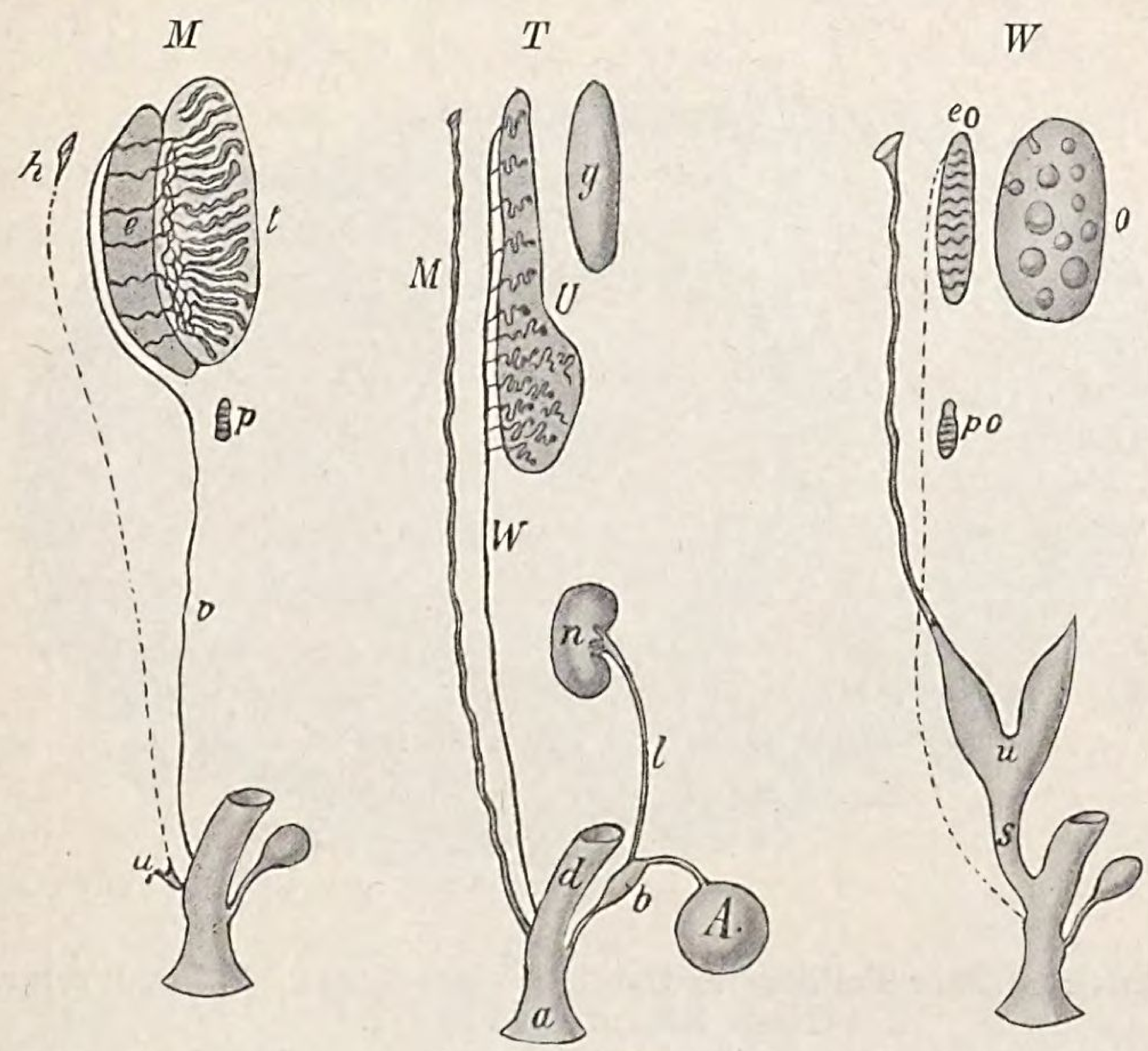


Fig. 88.

Schematische Darstellung der Umbildung der Urogenitalorgane bei den Amnioten.

T gemeinsamer Stiltypus, *U* Urniere, *W* Wolffscher Gang, *M* Müllerscher Gang, *g* Keimfalte, *d* Enddarm, *a* Aftergrube, *A* Allantois, *b* Wurzelstück der Allantois oder Harnblase, *n* Beckenniere, *l* Harnleiter. *M* Die Modifikationen bei männlichen Individuen, *t* Hoden, *e* Nebenhoden = mächtig entfalteter Vorderteil der Urniere, *p* hinterer Rest der Urniere, *v* Wolffscher Gang = Samenleiter, *h* vordere, u_1 hintere Reste des verkümmerten Müllerschen Ganges. *W* die Modifikation bei Weibchen, *o* Ovarium, *eo* vordere Reste, *po* hintere Reste der Urniere. Wolffscher Gang verkümmert = gestrichelte Linie, Müllerscher Gang kräftig, *u* Uterus, *s* Scheide (die Abbildung bezieht sich auf das Verhalten der Müllerschen Gänge bei Säugetieren).

Ovarialfalten der Vögel funktioniert meist nur die linke, während die rechte verkümmert. Die Eizellen der Reptilien und Vögel reifen zu enormer Grösse und fallen als riesige von Dotter erfüllte Zellen in die Leibeshöhle. Z. B. wiegt die Eizelle (= Eidotter des gewöhnlichen Sprachgebrauchs) des Kanarienvogels 0,3 g, des Raben 3,5 g, des Huhns 15—18 g, der Hausente 20 g.

Im Eileiter erhalten sie noch einen Mantel von Eiweiss und eine kalkige Schale.

Die Eierstocksfalten der Säugetiere bleiben solide und ganz vom Keimepithel überzogen. Die abgeschnürten, im Bindegewebsgerüste liegenden Eischläuche schwellen zu sphärischen Blasen — Graafsche Follikel (Fig. 89) an; die Eizelle bleibt klein (0,2 mm Durchmesser) und dotterarm, aber die Follikelzellen vermehren sich zu mehrfachen Lagen, zwischen welchen eine mit Flüssigkeit erfüllte Spalthöhle auftritt. Der die Eizelle umhüllende Bezirk der mehrschichtigen Epithelwand des Follikels springt zapfenartig (Discus proligerus) in die Graafsche Höhle vor.

Die Samenfollikel in dem Hodenwulste der Amnioten ziehen sich als lange Schläuche aus, die später mit den Genitalgängen der dicht angeschmiegten Urniere (Nebenhoden) kommunizieren und ihre reifen Produkte

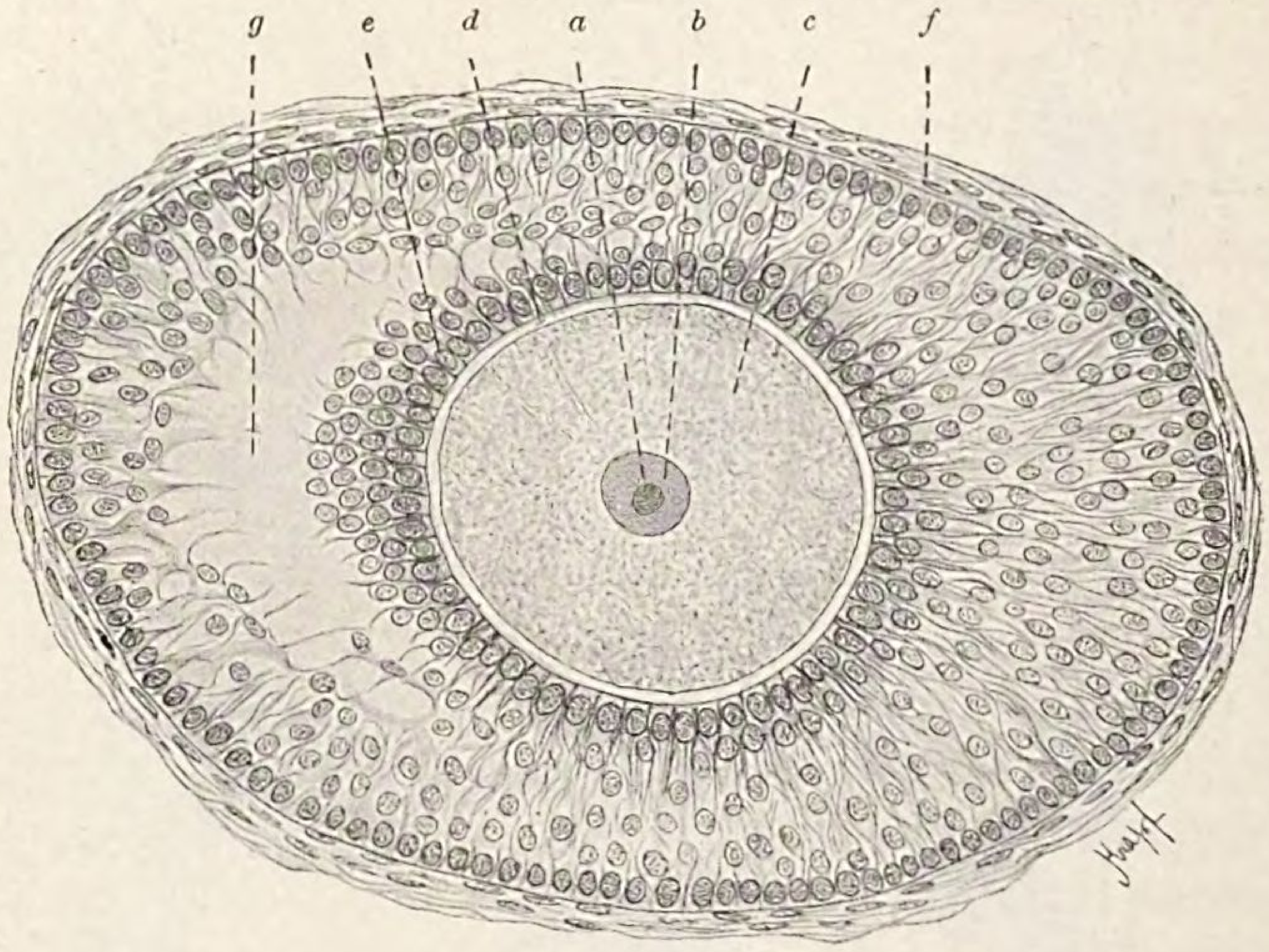


Fig. 89.
Ein Graafscher Follikel im Ovarium einer Katze. 225 mal vergr.
Nach Böhm-Davidoff.

a Keimfleck, *b* Kern, *c* Urei, *d* dünne Eihülle, *e* Zellen des Discus proligerus, *f* bindegewebiges Gerüst des Eierstockes, *g* eben gebildete Spalthöhle des Follikels.

durch den Samenleiter entleeren. Die Hoden selbst bilden längliche oder ovale und bohnenförmige Körper, und liegen meist symmetrisch vor der Beckenniere.

Asymmetrieen erscheinen bei Schlangen, indem der rechte Hode grösser und länger, bei Vögeln, indem der linke Hode grösser wird und etwas hinter dem rechten liegt.

Die Tuben der Müllerschen Gänge weichen vom vorderen Ende der Leibeshöhle zurück und reichen später nicht mehr über das Ovarium hinaus, da wenige Eier gleichzeitig passieren. Wenn Asymmetrieen auftreten (Ophidia, etliche Sauria) ist der linke Ovidukt kürzer; er funktioniert ausschliesslich bei Vögeln, während der rechte verkümmert. Die Ovidukte münden in das Urodäum bei Eidechsen, Schlangen, Vögeln, an der Grenze des Proktodäum: Krokodile.

Die Tubenfläche trägt Flimmerepithel, der übrige Teil der Oviduktwand bildet zahlreiche Drüsen, deren Sekret bei Reptilien und Vögeln die Eizelle teils als Eiweissschichten, teils als kalkige Schale umgiebt. Das Eiweiss spendet dem innerhalb der Eischale keimenden Embryo neben dem Dotter die Nahrung.

Die Eizellen aller Amnioten werden im Eileiter befruchtet. Die vorausgehende Begattung geschieht einfach durch Zusammenschluss der Afterlippen paarender Individuen oder durch Begattungsorgane. Bei Eidechsen und Schlangen

liegen diese als paarige Säcke hinter dem After unter der Schwanzhaut und werden bei der Kopulation umgestülpt. Bei den übrigen Amnioten: Krokodilen, Schildkröten, etlichen Vögeln und den Säugetieren leistet das Begattungsglied der Aftergrube diesen Dienst. Dasselbe kommt zwar beiden Geschlechtern zu, wird jedoch nur bei männlichen Tieren stärker entwickelt und schwillt in der Brunst durch reichen Blutzufluss als mächtiger Anhang aus der Aftergrube hervor (Fig. 90, *w*).

Bei den Säugetieren erleiden die Endabschnitte der Leitungswege der Geschlechtszellen tief greifende Umbildungen. Der ventrale Teil des Urodäum, in welchen die Wolffschen, Müllerschen Gänge sowie die Harnblase münden, wird als ein besonderer Kanal — Sinus urogenitalis von dem dorsalen, jetzt ausschliesslich die unverdaulichen Speisereste leitenden Teil des Enddarmes abgeschieden und dient als besonderer Ausführgang des Harnes und der Geschlechtszellen. Beide münden in die seichte Grube des Proktodäum. Später wird auch noch das Proktodäum in zwei über einander liegende Räume gespalten (Fig. 91, *A*), indem eine muskulöse Brücke — Damm, Perinäum (*d*) den dorsalen Teil — Fäkalafter (*f*) als Mündung des Enddarmes vom ventralen Teil — Geschlechtspforte, der Öffnung des Sinus urogenitalis trennt.

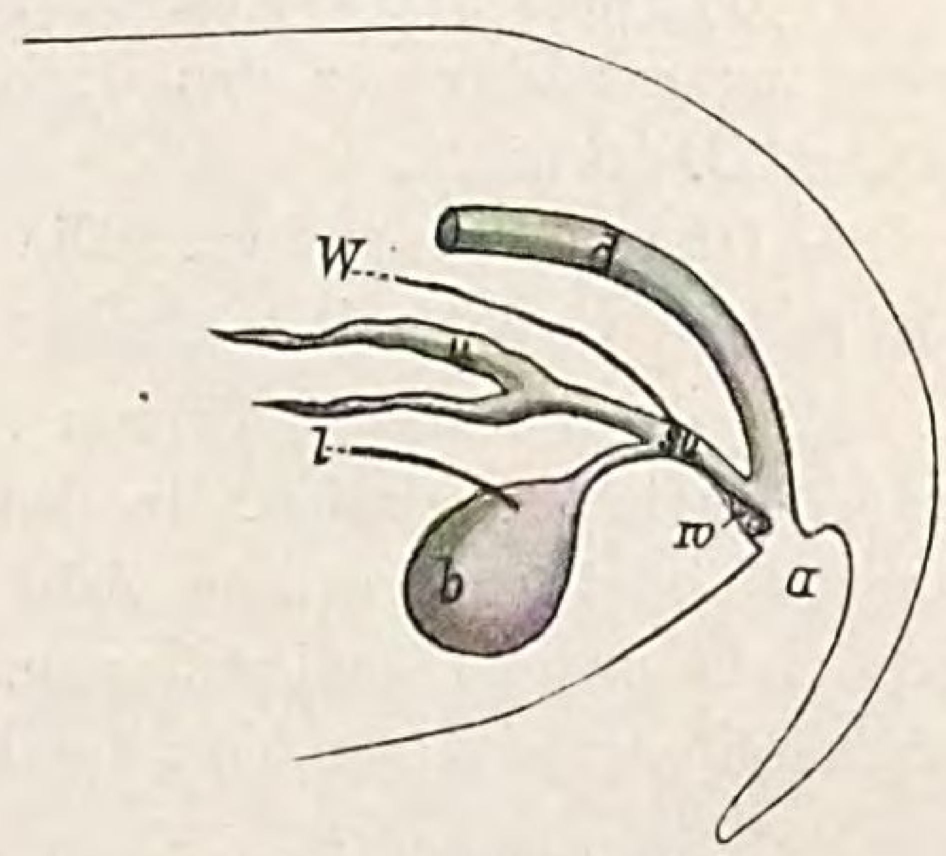


Fig. 90.

Schematischer Längsschnitt durch den Rumpf eines Säugetieres.

d Enddarm, *su* Sinus urogenitalis, *u* Uterus, *W* Wolffscher Gang, *b* Harnblase, *l* Harnleiter, *a* Aftergrube, *w* Begattungswulst.

Dicke paarige Hautfalten — äussere Geschlechtswülste umfangen den Rand der Geschlechtspforte, an deren ventralem Rand das Begattungsglied vorspringt. Schmale laterale Längsfalten (Rand der Samenrinne) umsäumen eine Längsrinne — Samenrinne des Begattungsgliedes. Im Bindegewebe der Rinnenwand bilden grosse Bluträume die paarigen Schwellkörper der Samenrinne, unter ihnen liegen die paarigen Hälften des ebenfalls von weiten Kapillarräumen durchzogenen Corpus fibrosum (siehe Seite 50).

Die Müllerschen Gänge werden kräftig ausgebildet, weil die kleinen dotterarmen Eier der Säuger in ihrem Lumen nicht nur befruchtet, sondern auch unter ständiger Zufuhr von Nahrung und Sauerstoff und entsprechender Ableitung der Abfallstoffe zu geburtsreifen Jungen entwickelt werden. Nach der Struktur der Wand sind drei Abschnitte zu unterscheiden:

Der vordere dünne und gewundene Teil hinter der Tuba — Eileiter s. str., Ovidukt — hier findet die Befruchtung und Furchung des Eies statt.

Der mittlere dickmuskulöse Bezirk — Gebärmutter, Uterus, dessen Schleimhaut während der Schwangerschaft einen Teil des Mutterkuchens — Placenta (siehe Cap. XI) bildet.

Der hintere muskelkräftige, mit dem anderseitigen meist in einen unpaaren Schlauch — Scheide, Vagina verwachsende Teil, der in den Sinus urogenitalis mündet.

Nicht bloss die Scheiden, auch die beiden Uteruskanäle können miteinander verschmelzen. Der verschiedene Grad der Verwachsung lässt vier Formstufen unterscheiden:

a) Uterus duplex. Die beiden Uterushälften münden getrennt in die Vagina, z. B. Nager, Schwein.

b) Uterus bipartitus. Nur die kaudalen Enden verschmelzen, z. B. Katze, Hund, Igel, Maulwurf.

c) Uterus bicornis. Durch ausgedehnte Verwachsung entsteht ein ansehnlicher unpaarer Körper des Uterus, dem cranial kurze divergierende Hörner aufsitzen, z. B. Huftiere.

d) Uterus simplex. Die Uterushälften verschmelzen vollständig zu einem birnförmigen Körper mit einfacher Höhle, z. B. Affen, Edentaten.

Mit der Form des Uterus steht die Zahl der Jungen eines Wurfes und der Milchdrüsen in Korrelation. In den getrennten langen Armen des Uterus duplex und bipartitus findet eine grosse Zahl von Eiern Raum und Nahrung; die Muttertiere setzen viele unselbständige Junge. In der einfachen Höhle des Uterus simplex und bicornis reifen meist ein bis zwei Eier zu grossen oft sehr selbständigen Jungen.

Die Endabschnitte der Leitungswege und die Geschlechtspforte werden in beiden Geschlechtern verschieden ausgebildet, da sie ganz abweichende Leistungen erfüllen sollen. Wiederum fliessen, wie in der Urniere Samen und Harn in gemeinsamem Bette, dem langen engen Sinus urogenitalis, während die weiblichen Keim- und Harnwege nur dicht an der Geschlechtspforte in dem kurzen weiten Sinus urogenitalis zusammentreffen, ja manchmal vollständig geschieden werden. Die Entwickelung der dorsalen und der ventralen das Begattungsglied einschliessenden Hälfte der Geschlechtspforte steht in wechselseitigem Verhältnisse: Bei Weibchen führt die dorsale weite Hälfte in den weiten Sinus urogenitalis, die vordere Hälfte ist schmal und birgt ein kleines Glied — Clitoris. Bei den Männchen verstreicht der dorsale Bezirk, schliesst sich vom Sinus urogenitalis ab, während das Begattungsglied mächtig entfaltet wird. Die Umbildung der einzelnen Teile der Geschlechtspforte bei Mann und Weib erläutert die folgende Tabelle und Figur 91.

Weibliche Tiere.	**Männliche Tiere.**
Die Geschlechtspforte ist eine lange, seichte Sagittalgrube — Vestibulum.	Die Geschlechtspforte verstreicht bis auf eine kleine an der ventralen Spitze des Begattungsgliedes bleibende Grube — Penisscheide.
Die äusseren Geschlechtswülste (*w*) bleiben niedrig — grosse Schamlippen.	Die äusseren Geschlechtswülste (*w*) verwachsen median und bilden einen Höcker der Haut — Hodensack.

Weibliche Tiere.	Männliche Tiere.
Das Begattungsglied (*g*) bleibt unscheinbar — Clitoris.	Das Begattungsglied (*g*) streckt sich in die Länge — Penis.

A B

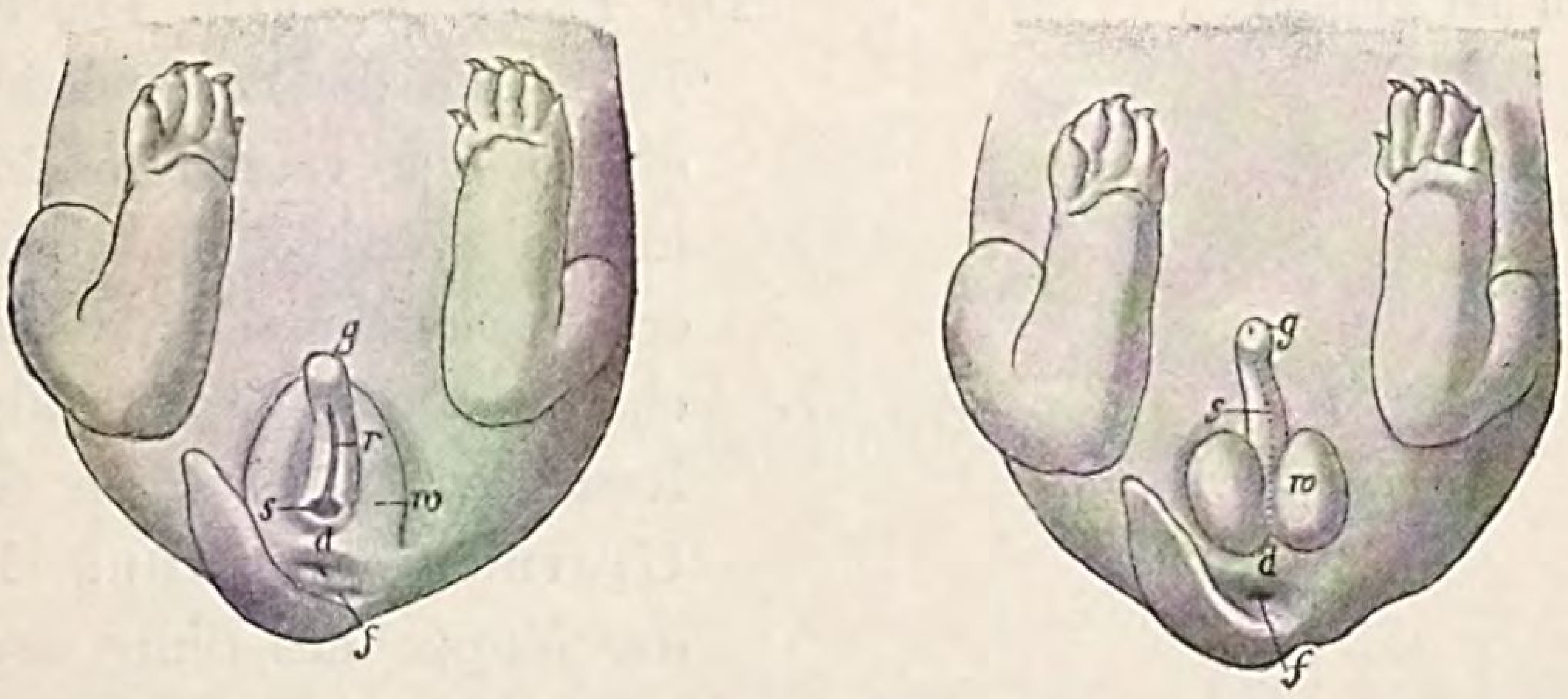


Fig. 91.

Umbildung der Geschlechtspforte bei Säugetieren.

A **bei weiblichen**, *g* Begattungsglied, *r* Samenrinne, *s* Eingang in den Sinus urogenitalis, *w* äusserer Geschlechtswulst (= grosse Schamlippen), *d* Damm, *f* Fäkalafter. *B* **bei männlichen Tieren**, *g* Penis, *s* die Naht der verwachsenen Samenrinne, *w* Hodensack, *d* Damm, *f* Fäkalafter.

Weibliche Tiere.	Männliche Tiere.
Die dünnen Ränder der Samenrinne (*r*) verwachsen nicht — kleine Schamlippen.	Die Ränder der Samenrinne verwachsen gleichfalls und verschliessen dann einen an der Ventralseite des Penis ziehenden Kanal — Penisröhre.
Die paarigen Schwellkörper der Samenrinne liegen an der Basis der kleinen Schamlippen — Bulbi vestibuli.	Die paarigen Schwellkörper der Samenrinne verschmelzen als Schwellmantel der Penisröhre — Corpus cavernosum urethrae.
	Der Schwellmantel der Penisröhre entfaltet sich besonders an der dicken Spitze des Penis — Eichel, Glans.
Das paarige Corpus fibrosum der Clitoris bildet paarige Corpora cavernosa Clitoridis.	Das paarige Corpus fibrosum wird von weiten Bluträumen durchhöhlt und bildet mächtige Corpora cavernosa penis.
Der Sinus urogenitalis bleibt weit und kurz. Hautfalten — Hymen grenzen ihn gegen das Vestibulum ab.	Der Sinus urogenitalis wird enge und lang. Seine Mündung in die Geschlechtspforte wird verschlossen, deshalb setzt er sich in die Penisröhre fort.

Weibliche Tiere.	Männliche Tiere.
Die Harnblase mündet an der vorderen Kuppe des Sinus urogenitalis oder direkt in die Geschlechtspforte, dann zieht sich ihr Hals als enger Kanal — Harnblasengang aus.	Der kurze Hals der Harnblase mündet ventral in den Sinus urogenitalis.
Der Damm ist schmal.	Der Damm ist breit. Die Spitze des Penis und die Penisscheide werden oft an der ventralen Rumpfwand kranial verschoben. Die Eichel erhält manchmal eine axiale knöcherne Stütze —Illegible Penisknochen. Reste der Müllerschen Gänge — Uterus masculinus liegen an der Kuppe des Sinus urogenitalis.

Anmerkung. Synonymik. Da die Teile des Sinus urogenitalis beschrieben und benannt wurden, ehe die wahren Beziehungen derselben verstanden waren, sind heute noch in den Lehrbüchern ältere der modernen Erkenntnis nicht mehr entsprechende Namen verbreitet.

Der weibliche Harnblasengang heisst Urethra. Das männliche Penisrohr samt Sinus urogenitalis — Urethra, die verwachsene Samenrinne — Pars cavernosa Urethrae, der Sinus urogenitalis { Pars membranacea. / Pars prostatica urethrae.

Die Keimfalten der Säuger werden in den kaudalen Abschnitt der Rumpfhöhle zurückgeschoben; in geringem Grade die Ovarien, die Hoden jedoch samt Nebenhoden steigen durch eine Spalte der ventralen Bauchwand nahe dem Beckenrande — Canalis inguinalis unter die Haut in den Hodensack. Oft wandern sie während der Brunst in die Bauchhöhle zurück, oft verharren sie dauernd im Hodensacke. Der Wolffsche Gang — Vas deferens läuft durch den Leistenkanal in die Beckenhöhle und mündet in den Sinus urogenitalis. Ausstülpungen des Samenleiters nahe seiner Mündung bilden die Samenblase — Vesicula seminalis, Ausstülpungen des Sinus urogenitalis die Vorsteherdrüse — Prostata.

XI.

Die Entwickelung des Eies.

Die befruchteten Eier der Wirbeltiere sind selten holoblastisch (Amphibien, Ganoiden), meist meroblastisch. Am Ende der Furchung liegt dem grossen Dotter eine ovale Scheibe — Keimscheibe auf, die das Zellmaterial umfasst, aus welchem der Körper des keimenden Individuums gebaut wird. Ihre Umbildung sei an dem Beispiele des leicht zugänglichen Vogel-

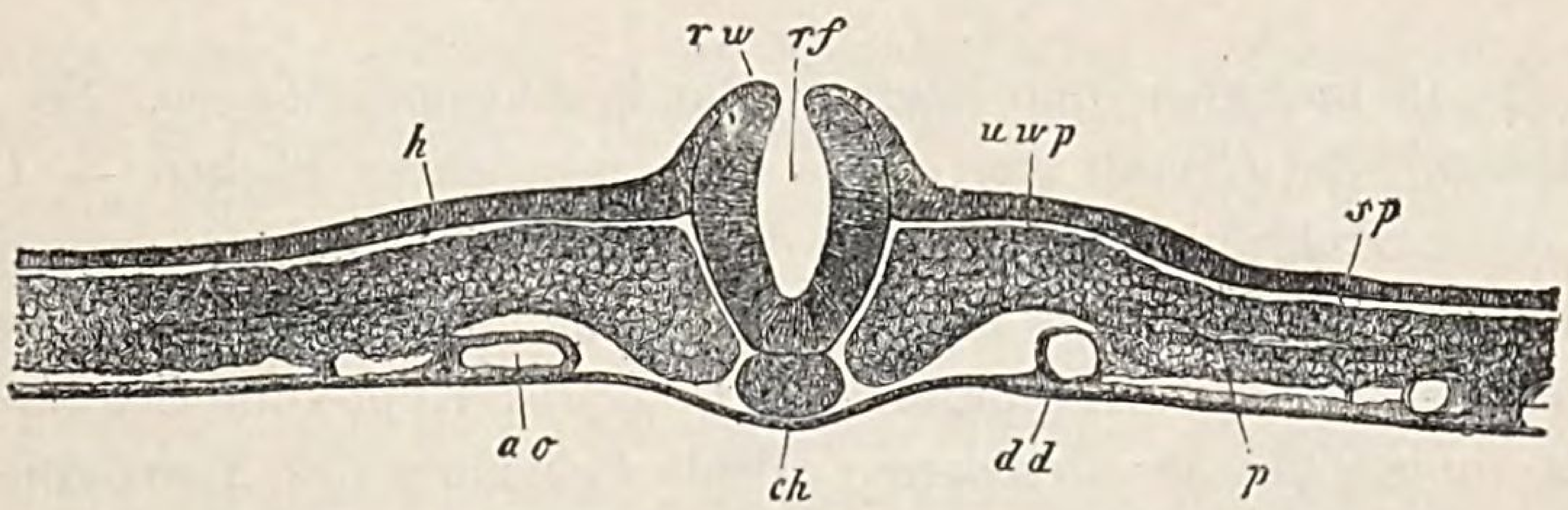


Fig. 92.

Querschnitt eines Hühnerembryos in der hinteren Rumpfregion am Schlusse des zweiten Tages nach Kölliker (Entwickelungsgeschichte).

rw Rand der Medullarrinne, *h* Ektoderm, *dd* Entoderm, *ch* Chorda, *uwp* Urwirbelregion, *sp* Seitenplatten der Cölomsäcke, *p* Cölomspalt, *ao* Aorta.

eies geschildert. Die ovale Scheibe besteht da aus zwei epithelialen Keimblättern: dem zweischichtigen Ektoderm und dem unterliegenden einschichtigen Entoderm. Am hinteren spitzen Teile der Scheibe erscheint eine axiale kielförmige ventral vorspringende Leiste des Ektoderms, deren freie dorsale Fläche median seicht eingesunken ist — Primitivstreif. Seine Bildung zeigt starkes Wachstum der Ektodermzellen jener Gegend an. Die hier neu gebildeten Elemente werden zwischen die beiden primären Keimblätter eingeschoben als eine mittlere Zellenschichte — Mesoderm. Sie breiten sich als zwei symmetrische Lappen in der Keimscheibe nach vorne, seitlich und hinten aus, aber treffen sich nicht in der Medianebene. Denn

hier sind vor dem Primitivstreifen zwei axiale langgezogene Rinnen entstanden, die ektodermale Medullarrinne (Fig. 92, *rf*) und die entodermale ihr entgegengekrümmte Chordarinne. Beide schliessen sich zum Nervenrohre und Chordastrang (Fig. 93), indem die schwach konvergierenden Rinnenränder dorsal bezw. ventral vorwachsen, sich berühren und verschmelzen. Die mehrschichtige solide Mesodermmasse wird unterdessen durch einen Hohlraum (Fig. 91, 92, *p*) in zwei dorsoventral übereinander liegende Blätter ge-

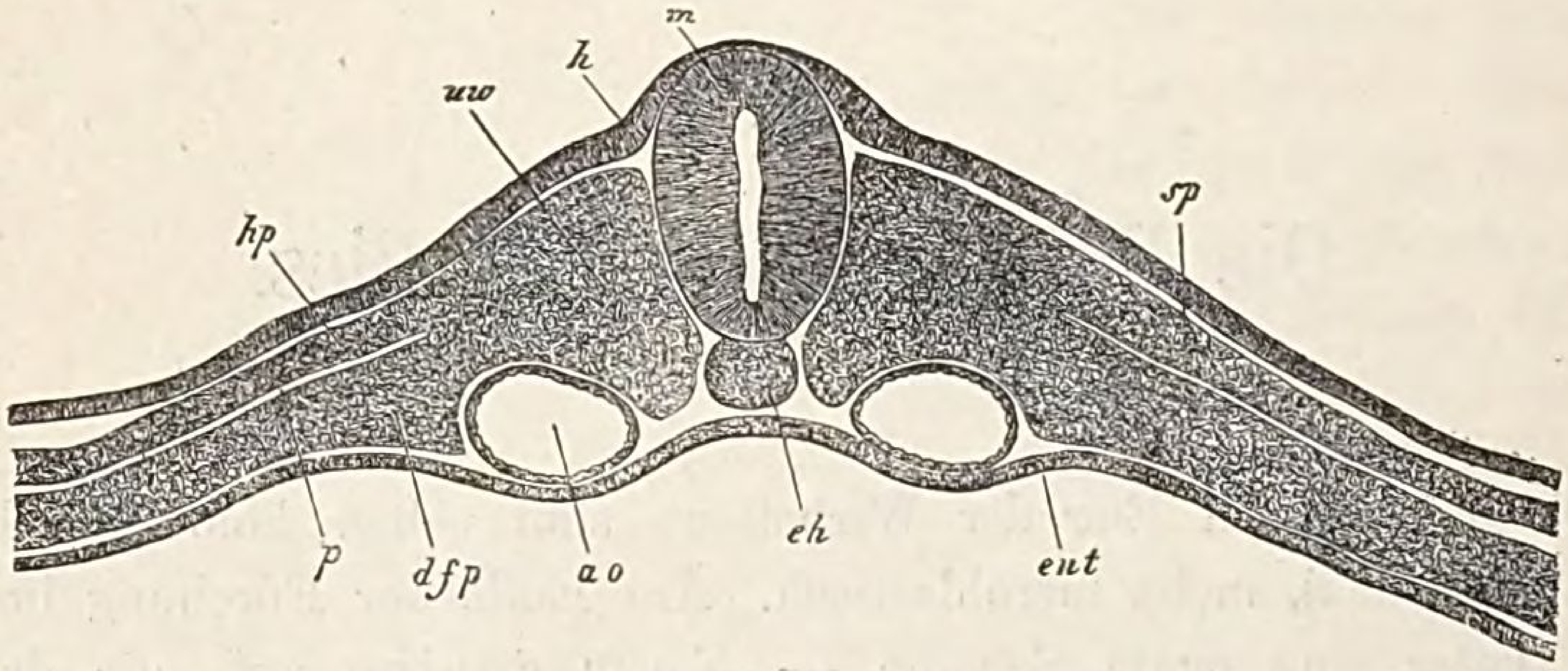


Fig. 93.

Querschnitt desselben Embryos in der vorderen Rumpfregion. Nach Kölliker.

m Nervenrohr, *ent* Entoderm, *hp* Somatopleura, *dfp* Splanchnopleura. Die übrigen Bezeichnungen wie oben.

spalten, die am medianen und lateralen Rande zusammenhängen. So gewinnt das Mesoderm die Gestalt von zwei flach gedrückten Säcken — Cölomsäcke, deren Hohlraum die Anlage der Leibeshöhle — Cölom darstellt. Die Spaltung des Mesoderms erfolgt nur in der Rumpfregion; am vorderen und hinteren Ende des Nervenrohres (d. h. in der Kopf- und Schwanzregion) liegt stets ungespaltenes Mesoderm. Beide Schichten des Mesoderms unterscheidet man nach der Lage: die dem Ektoderm anstehende Wand ist die Hautfaserplatte — Somatopleura (Fig. 93, *sp*), die längs des Entodermes streichenden Wand die Darmfaserplatte — Splanchnopleura (Fig. 93, *dfp*). Da aus den Mesodermzellen alle Stütz- und Bewegungsgewebe hervorgehen, hängt die Modellierung der Körperform hauptsächlich von der Massenentwickelung und feineren Gliederung des Mesoderms ab und bleibt z. B. am Kopfe (Fig. 3) lange Zeit roh und einfach, weil das Mesoderm sich dort nur langsam vermehrt.

Die drei Keimblätter wachsen über die Embryonalanlage hinaus, um allmählich die gesamte Oberfläche der gelben Dotterkugel zu überziehen. Am Schlusse dieses Vorganges stellt die Embryonalanlage einen kleinen Bezirk eines die gesamte Dottermasse umschliessenden vierschichtigen Kugelmantels — Keimblase dar. Die in den Kopfbezirk der Keimscheibe ausstrahlenden Organe, Medullarrohr und Chorda werden bald durch quere Ringfalten begrenzt und geschlossen (Fig. 94). Nachdem die Chorda vom Ento-

derm abgeschnürt ist, entsteht unter ihr eine neue tiefere Rinne des Entoderms — Darmrinne (= unvollständig geschlossenes Darmepithelrohr.)

Jetzt sind zwar die wichtigen Teile des Wirbeltierkörpers angelegt, allein sie liegen in der Fläche der Keimscheibe und nicht in einem gerundeten Körper. Dieser entsteht erst durch Abschnürung der Embryonalscheibe von der Keimblase. An dem vorderen und hinteren Rande derselben tritt eine hufeisenförmige Grenzfalte auf, ihr Rand wird an der ventralen Fläche vorgeschoben, während gleichzeitig seitliche Grenzfurchen den Embryonalkörper deutlicher von der den Dotter umspannenden Keimblasenwand scheiden. Dadurch werden die beiden Seiten der Embryonalscheibe median und ventral gekrümmt, bis sie sich berühren und verschmelzen (Fig. 95). Der Embryonalkörper stellt dann ein schlauchartiges Gebilde dar. Selbstverständlich muss sich zuerst das Entoderm, die innerste Lage zum Rohre schliessen, dann berühren sich die Cölomsäcke median unterhalb des Entodermrohres, die Splanchnopleuren verschmelzen und die getrennten Cölomräume werden zu einer einfachen Leibeshöhle vereint, endlich werden Somatopleura und Ektoderm geschlossen. (Vergl. Fig. 2). Die Abschnürung ist jedoch unvollständig, weil das Darmrohr noch lange durch einen engen Gang mit der dottererfüllten Höhle der Keimblase kommuniziert und an einer Stelle der ventralen Rumpfwand — Nabel auch Ektoderm und Somatopleura nicht geschlossen werden. Würde der eben geschilderte Prozess allein stattfinden, so würde der Embryonalkörper einem schmalen Cylinder gleichen, in dessen Achse Nervenrohr, Chordastrang und Entodermrohr übereinander liegen. Dass er aber während der Abschnürung feiner modelliert wird, ist der rasch fortschreitenden Differenzierung des Mesoderms zu danken.

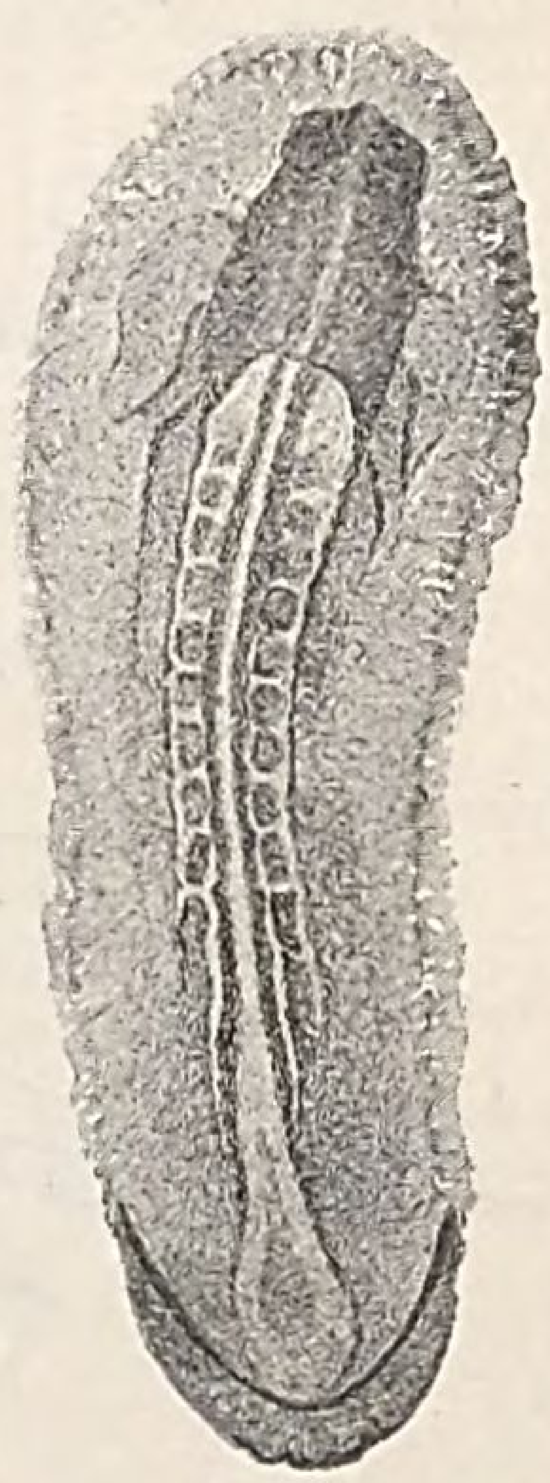


Fig. 94.

Dorsalansicht der Embryonalscheibe einer Hauskatze bei durchfallendem Lichte, das alle dicken Zelllagen dunkel erscheinen lässt.

In der Mitte die dunklen Seitenwände des Nervenrohres, das in der Schwanzregion noch nicht geschlossen ist, seitlich die Urwirbel und die Seitenplatten. Lateral vom Kopfe liegen henkelförmige Hohlräume der Herzanlage. Am hintern Rande der Embryonalanlage erhebt sich die Amnionfalte.

Zunächst verdickt sich in der Rumpfregion die dem Rückenmarksrohre anstehende mediale Wand der Cölomsäcke und tritt dadurch in Gegensatz zu den lateralen dünnen Partieen — Seitenplatten (Fig. 92, *sp*). Durch senkrecht zur Längsachse erfolgende Gliederung zerfällt der verdickte Teil in segmental geordnete, würfelartige Stücke — Urwirbel, Ursegmente[1]) (Fig. 93 *uw*). Die in der Keimscheibe anfänglich nebeneinander (medial-

[1]) Die Segmente werden Urwirbel genannt, um anzudeuten, dass ihre Bezirke mit der Ausdehnung der Knorpel- oder Knochenwirbel nicht identisch sind.

lateral) stehenden Urwirbel und Seitenplatten werden während der Abschnürung so verschoben, dass die Urwirbel dorsal neben Medullarrohr und Chorda, und die Seitenplatten samt der Leibeshöhle in einem tieferen Niveau ventral liegen (Fig. 95). Wenn jene sich hernach von den Seitenplatten abschnüren und als geschlossene dickwandige Blasen individualisieren, bleiben die engen kurzen Verbindungsröhrchen als kleine segmentale Blindsäckchen — Nephrotome (Fig. 94, Mesomer) am dorso-medialen Rande der Seitenplatten hängen und wachsen später als enge Epithelkanälchen der Urniere aus. Eine kugelige Ausstülpung ihrer Wand stellt die Bowmannsche Kapsel, die Haftstellen an den Seitenplatten die Wimpertrichter dar. Das Gefüge jedes Urwirbels zerfällt in zwei Teile:

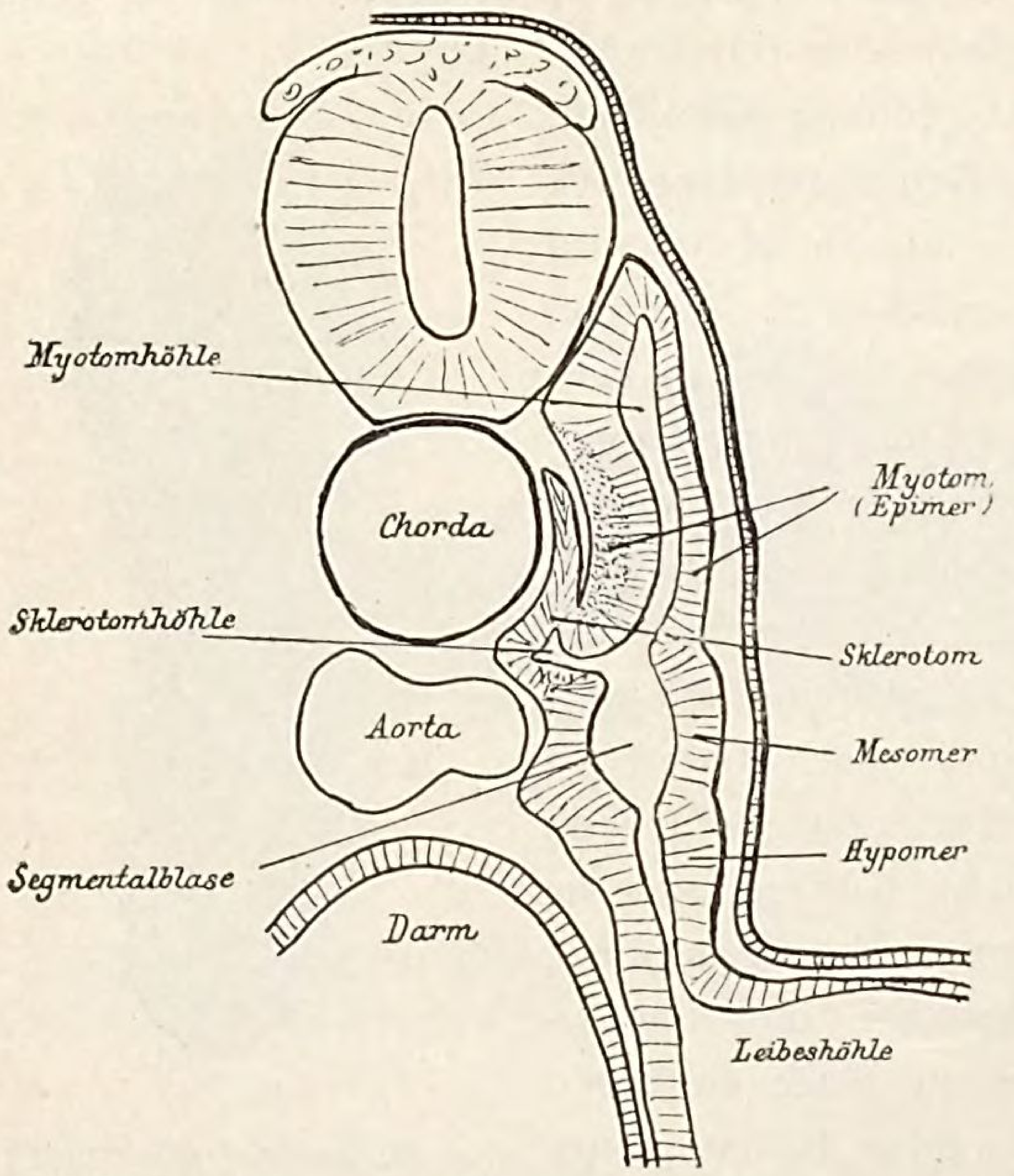


Fig. 95.

Querschnitt der Rumpfgegend während der Ventralkrümmung, schematisiert nach Rabl.

das laterale Myotom liefert die quergestreifte Muskulatur der Rumpfwand (innere Wand) und das Gewebe der Cutis (äussere Wand).

das mediale Sklerotom liefert das skeletogene Chorda und Medullarrohr umscheidende Gewebe.

Durch all diese Vorgänge hat jetzt der Embryonalkörper den Bau erhalten, welcher in Kap. I ausführlich geschildert ward. Die axialen Organe: Nervenrohr, Chorda und Entodermrohr, lateral von den Massen der verwachsenen Cölomsäcke umlagert beginnen dann neue Umbildungen, welche verschiedene Endformen zeitigen, je nachdem man Vertreter niederer oder höherer Wirbeltiergruppen studiert. Bezüglich der allen Wirbeltieren gemeinsamen Eigenschaften dieser Vorgänge verweisen wir auf die einleitenden Abschnitte der vorhergehenden Kapitel; das Detail ist in Lehrbüchern der Entwickelungsgeschichte[1]) geschildert.

1) O. Hertwig, Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Jena, G. Fischer. — Ch. S. Minot, Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Leipzig, Veit u. Co., 1894.

Bei den Amnioten dringt die Cölomhöhle auch ausserhalb der Embryonalanlage (exoembryonal) in der vom Mesoderm unterlegten Wand der Keimblase vor (Fig. 95, *J*), bis sie als ein sphärisch gekrümmter Hohlraum den gesamten Kugelmantel der letzteren unterhöhlt und je zwei Lagen der vierschichtigen Keimblasenwand trennt: eine äussere aus Ektoderm und Somatopleura gefügte Lage — Chorion und die innere aus Splanchnopleura und

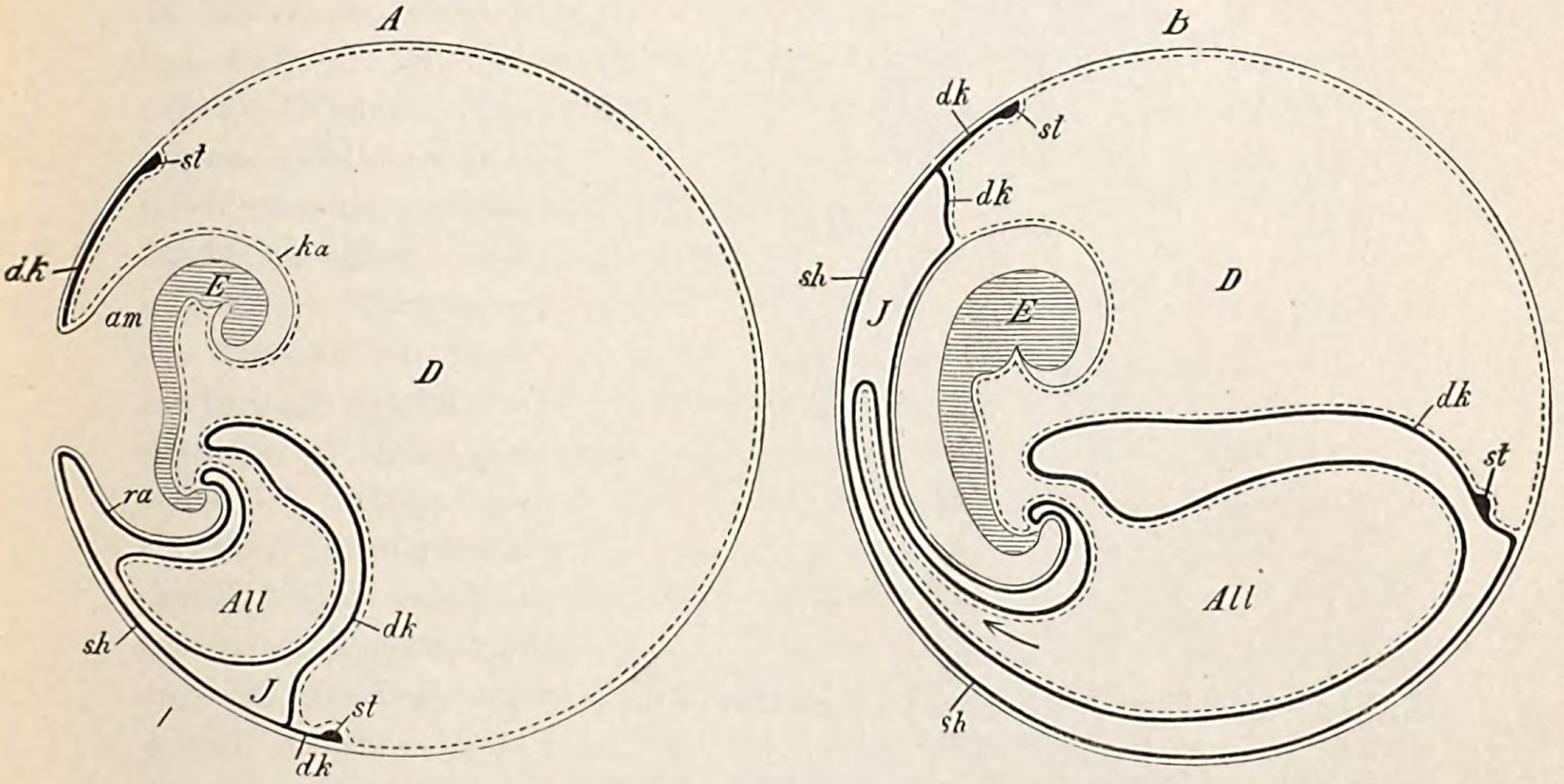


Fig. 96.

Ideale Längsschnitte durch die Keimblase der Amnioten.

A jüngeres, *B* älteres Stadium. Ektoderm schwache Linie, Mesoderm dicke Linie, Entoderm gestrichelte Linie. *E* Körper des Embryos, *D* Dotter, *ka*, *ra* vordere. hintere Amnionfalte, *J* Exoembryonale Leibeshöhle, *dk* Gefässnetz der Splanchnopleura auf dem Dottersacke, *st* das Randgefäss desselben, *sh* Chorion, *am* Amniongrube, *All* Allantois.

Entoderm gefügte Wand des Dottersackes. Die periembryonale Ringzone des Chorion erhebt sich als eine über dem Embryo verwachsende Ringfalte — Amnionfalte (Fig. 96, *ka*, *ra*). Nach dem Schlusse derselben bildet die innere Faltenwand eine Hülle des Embryos selbst — Amnion, in deren mit Flüssigkeit erfüllten Höhle der Embryo sich geschützt entwickeln kann, während die äussere Faltenwand das Chorion über dem Amnion zu einem vollständigen Kugelmantel schliesst, der den amnioten Embryo überspannt. Unterdessen ist nicht blos im Embryonalkörper, sondern auch auf der ganzen Wand des Dottersackes ein enges Kapillarnetz der Splanchnopleura entstanden — exoembryonaler Gefässhof (Fig. 96 *dk*, Fig. 98), dessen rastlos kreisender Blutstrom (infolge der frühzeitig anhebenden Herzthätigkeit) die Masse des Dotters resorbiert, als Baustoff in den Embryonalleib trägt und gleichzeitig den Gaswechsel des Blutes unterhält. Die mit dem Wachstum des Körpers zunehmende Menge der stickstoffhaltigen Exkretstoffe wird

in den Urnierenkanälchen der dorsalen Coelomwand aus dem Blute entfernt, durch den Wolffschen Gang in den Enddarm geleitet und in der ventralen Allantois desselben gesammelt. Letztere wächst rechts aus dem Nabel heraus, um sich im exoembryonalen Cölome auszudehnen (Fig. 98, Fig. 96, *All*). Sie legt sich, während das Volumen des Dottersackes abnimmt, immer breiter dem Chorion an. Letzteres selbst wieder wird innig der äusseren Eischale angeschmiegt (Fig. 97). Die in arterielle — kapillare — venöse Abschnitte gesonderten Gefässe der Allantois dienen von nun ab neben den Gefässen des verkümmernden Dottersackes dem respiratorischen Gasaustausche. Das Wasser ihres flüssigen Inhaltes verdunstet durch die Schalenporen entsprechend dem Wachstum des Embryos, der gegen das Ende des Eilebens die ganze Binnenhöhle der Schale beansprucht. Das auskriechende Junge wirft alle embryonalen Hilfsorgane — Eihäute — ab und der Nabel verstreicht.

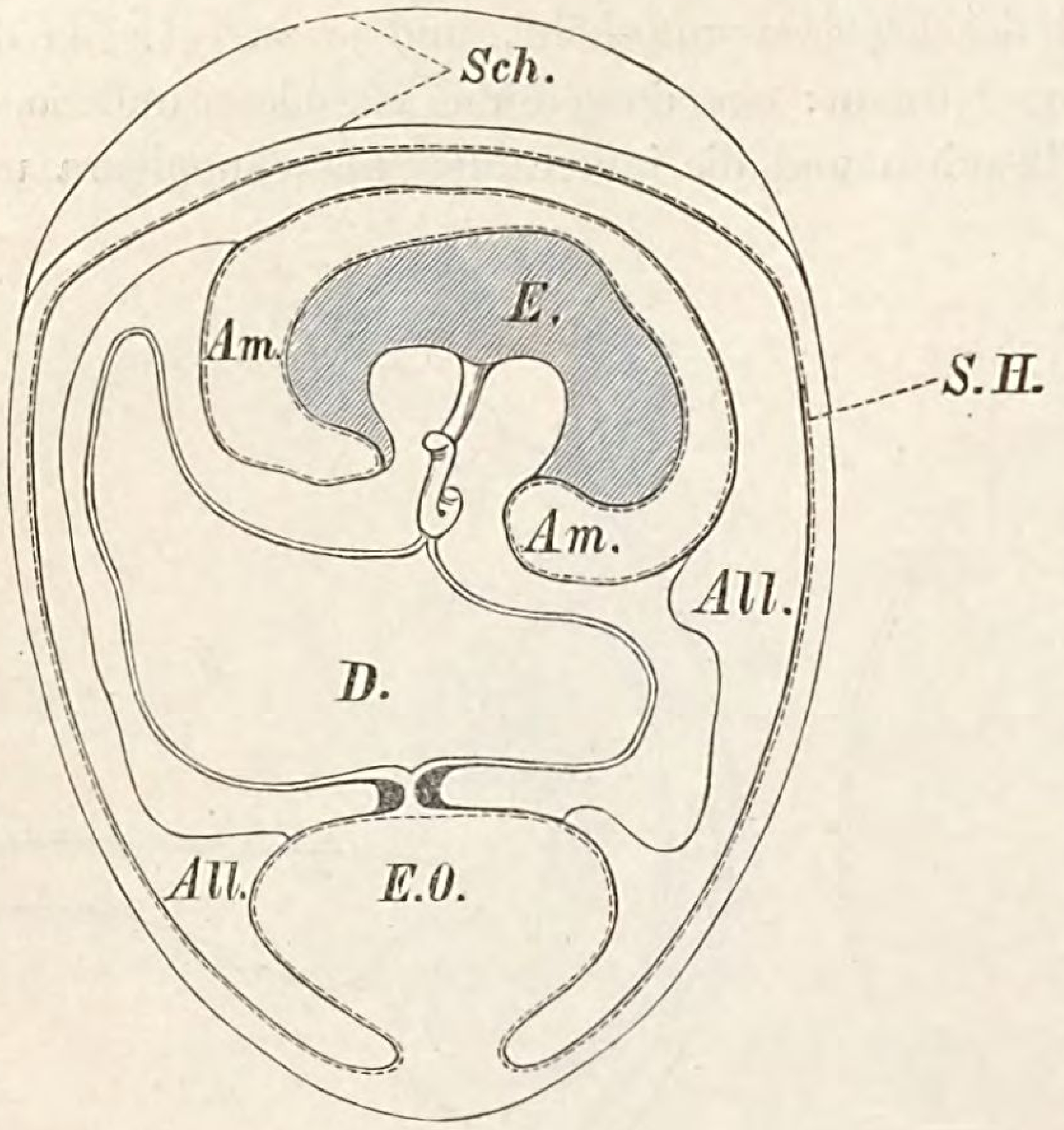


Fig. 97.

Schema der Eihäute des Hühnchens nach H. Virchow. Ektoderm gestrichelt.

E Embryo, *Am* Amnionhöhle, *D* Höhle des Dottersackes, *All* Höhle der Allantois, *SH* Chorion hat sich dem grösseren Teil der Schalenfläche angelegt, nur bei *EO* lagern noch Reste des Eiweisses. *Sch* Luftkammer.

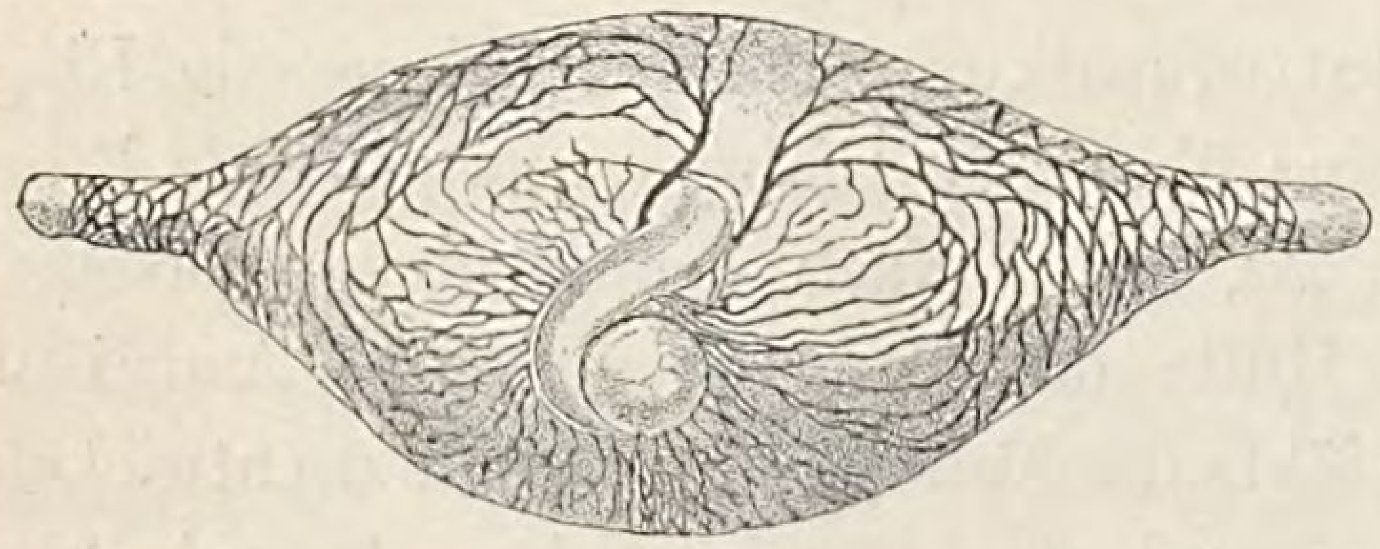


Fig. 98.

Die Keimblase eines Fuchses, das Chorion ist abgezogen. Auf dem so freigelegten zweigipfeligen Dottersacke liegt der Embryo und das Netz der Dottergefässe. Auf der rechten Seite des Embryo wächst die Allantoisblase heraus.

Die winzige Eizelle der Säugetiere entwickelt sich nach dem gleichen Typus. Nachdem im Eileiter die Furchung beendigt ward, betritt sie als eine kleine doppelschichtige Keimblase (Ektoderm — Entoderm) die Uterushöhle. Ein ovaler Bezirk derselben wird Keimscheibe und bildet sich in der oben geschilderten Weise um. Aber Ernährung und Atmung der Keimblase in der engen Lichtung des Uterus wird auf andere Weise geregelt,

und alle lebenswichtigen Stoffe aus der Gewebs- und Blutflüssigkeit der Uteruswand zugeführt, die Stoffwechselprodukte auf dem gleichen Wege abgeleitet. Da alle Vorgänge durch eine direkte Diffusion der embryonalen und mütterlichen Säfte vor sich gehen, wird im Dottersacke niemals eine so beträchtliche Menge von Nährflüssigkeit aufgespeichert, dass ihre Resorption eine längere Periode des Eilebens beanspruchen könnte, und der Dottersack verkümmert. Hingegen erlangt die Allantois und das ihrer Wand eingewobene Gefässnetz, das dem Chorion dicht anliegt, sehr grosse Bedeutung.

Innerhalb des Säugerstammes treten verschiedene Modifikationen auf, welche den Stoffaustausch ermöglichen. Die kugeligen Keimblasen baden frei in einer Flüssigkeit der Uterinhöhle, welche teils als Drüsensekret, teils als diffundierende Blutsäfte dorthin gekommen ist, z. B. bei den Beuteltieren, deren Tragzeit wenige Tage währt.

Bei anderen aber verlötet das Chorion rasch mit der Innenfläche der Uterusschleimhaut und erfüllt die ganze Uterushöhle, indem die zweizipfelige Keimblase beide Hörner durchwächst. Selbstverständlich werden in diesem Falle Dottersack und Allantois ebenfalls zweizipfelige Blasen. Die Oberfläche des Chorion treibt alsdann kleine zerstreute, oder in Büscheln gedrängte konische Zapfen — Zotten in die Uterinschleimhaut ein; sehr selten direkt in die Drüsenlumina, meistens in cylindrische oder verästeltcylindrische neu entstehende Hohlräume — Krypten. Da die Zotten eine bindegewebige, von Kapillarschlingen durchzogene Achse der Allantoiswand besitzen, sind nach dem Einwachsen der Zotten die Stromgebiete kindlichen und mütterlichen Blutes auf einer grossen Summe an und für sich kleiner Zottenflächen in allernächste Nachbarschaft und sehr intensiven diosmotischen Austausch getreten, z. B. Huftiere.

In einer dritten Gruppe, deren Keimblasen keine so bedeutende Länge erreichen, sondern innerhalb kleiner Abschnitte des Uterusschlauches — Eikammern den Embryo reifen, erstrecken sich die Flächen inniger Haftung nicht über die ganze Wand der elliptischen oder kugeligen Keimblase. Die Zotten wuchern nur auf einer gürtelförmigen Zone oder auf einem Kappenabschnitte derselben. Die Beschränkung der Haftfläche wird jedoch dadurch ausgeglichen, dass die reichlich verästelten Zotten die ganze Dicke der Schleimhaut durchsetzen, deren Struktur unterdessen vollständig geändert wird. Denn es gehen die Drüsen und das Epithel zu Grunde, die faserige Zwischensubstanz des Bindegewebes schwindet und zahlreiche weite Kapillargefässe wuchern allerorten. Ein ganz neues Organ — Mutterkuchen, Placenta wächst so aus Teilen der Keimblasenwand — Placenta foetalis und Uteruswand — Placenta materna heraus, um die Lebensbedürfnisse des innerhalb der mütterlichen Leitungswege eingesperrten Embryos zu befriedigen. Nach der Grösse der Haftfläche entsteht eine gürtelförmige Placenta zonaria oder scheibenförmige Placenta discoidalis. Da in den Gefässen der Chorionzotten eine be-

trächtliche Menge kindlichen Blutes enthalten ist, wird bei der Geburt die ganze Placenta samt dem jungen Tiere vom Uterus ausgestossen, also der Uterusschleimhaut eine ansehnliche Wundstelle geschlagen. Deshalb nennt man solche Säugetiere Deciduata und stellt mit dem Namen Indeciduata ihnen die Mitglieder jener zweiten Gruppe gegenüber, deren Chorionzotten nicht tief in die wenig umgebildete Schleimhaut eindringend sich bei der Geburt ohne beträchtliche Wunden lösen.

Eine Placenta zonaria entsteht bei den Raubtieren, eine Placenta discoidalis bei Nagern, Insektenfressern, Fledermäusen, Affen. Trotzdem das Chorion der Indeciduaten nicht fest verwächst und der histologische Bau der Schleimhaut sich nicht ändert, spricht man doch von einer Placenta dieser Tiere, und nennt Placenta diffusa den Zustand, wenn isolierte Zotten in die Schleimhaut gesenkt sind, Placenta polycotyledonalis, wenn Zottenbüschel in besonderen Wülsten der Schleimhaut — Cotyledonen wurzeln, z. B. bei den Wiederkäuern.

XII.

Systematische Übersicht.

I. Klasse. Pisces — Fische.

Kopf unbeweglich. Rumpf wenig gegliedert. Schwanz mächtiges Bewegungsorgan. Chorda dick. Bikonkave Wirbel meist straff verbunden (selten Gelenke). Extremitäten flache Ruderflossen, gestützt von vielen kleinen Skeletelementen. Unpaare Rücken-, Schwanz- und Afterflosse in der Medianebene. Brust- und Beckengürtel einfache Bogenstücke, nicht an der Wirbelsäule befestigt. Mächtiger Knorpelschädel, oft verknöchernd. Palatoquadratum an dem Hyomandibulare meist beweglich aufgehängt. Schlundbogen in mehrere Stücke gegliedert. Grosse Schlundtaschen mit Atemplatten. Zähne in allen Regionen der Mundhöhle. Darm einfach. Gekrümmter Herzschlauch. Kapillarnetze der Schlundgefässe. Poikilotherme Tiere. Gehirn klein. Augen ohne Lider. Epidermis weich. Schuppen in der Haut. Freie Sinneszellen. Labyrinthorgan gross. Urnieren funktionieren während des ganzen Lebens als Harnorgane. Eier ins Wasser abgelegt und dort befruchtet; meroblastisch, selten holoblastisch.

I. Unterklasse. Selachii — Haifische.

Chorda vertebral eingeschnürt durch zahlreiche knorpelige Wirbelkörper (bis 400 Wirbel). Reihe der oberen Bogen durch eingekeilte Interkalarstücke zu solidem Kanal geschlossen. Processus spinosi fehlen. Rippen klein oder fehlend. Schwanzflosse heterocerk. Schultergürtel ein ventral verwachsenes Knorpelbogenpaar, dessen Hälften Nervenkanäle in zwei Regionen scheiden. Beckengürtel unpaarer Querbogen vor dem After. Flossen starr, nicht faltbar. Ethmoidalregion des Knorpelschädels lang ausgezogen — Rostrum. Maul quer, unterständig. Die spitzen gekrümmten Zähne haften in der Mundschleimhaut in mehreren konzentrischen Reihen, werden

K. Th. von Siebold, Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. Leipzig, 1863. — J. Heckel und R. Kner, Die Süsswasserfische der österreichischen Monarchie. Leipzig 1858. — A. Günther, Introduction to the study of Fishes. Edinburgh 1880.

fortwährend gewechselt. Erste Schlundtasche — Spritzlochkanal mündet hinter dem Auge im Spritzloche. Dahinter liegen 5, selten 6, 7 Schlundtaschen mit gedeckten Kiemen. Schwimmblase kleines Divertikel der dorsalen Schlundwand. Pylorus gekrümmt. Darm kurz mit Spiralfalte. Herz einfach, Conus arteriosus gross mit Klappenreihen. Truncus arteriosus klein. Nasengruben ventral am Rostrum. Drei Augenlider. Haut straff, derbe bindegewebige Lamellen der Cutis. Placoidschuppen. Ductus endolymphaticus mündet an der Kopfhaut. Lange Urnieren. Urogenitalgänge münden in den Enddarm. Enge Beziehungen der Urniere zu den Keimfalten. Die Tuben der Müllerschen Gänge verschmelzen zu einem unpaaren zwischen Leber und Herzbeutel festgewachsenen Stücke. Linkes Ovarium verkümmert oft. Innere Begattung durch Anhänge der Bauchflossen. Dotterreiche Eier in Hornschale abgelegt oder im Eileiter entwickelt und erst als lebendige Junge geboren. In letzterem Falle wachsen den Jungen die Querfalten der Atemplatten als äussere Kiemenfäden aus den Schlundspalten heraus und funktionieren als embryonale Atemorgane. Gefrässige Räuber im Meere.

I. Ordnung. Squalidae — Haie.

Körper spindelförmig, Schwanz dorsal gekrümmt. Palatoquadratum beweglich am Schädel; Schultergürtel den Rumpfmuskeln eingebettet. 5 (selten 6, 7) seitliche vertikale Schlundspalten. Augen mit Lidern. ca. 150 Arten.

Acanthias vulgaris (Risso). *Nördliche und südliche gemässigte Meere.* Stacheln an jeder der beiden Rückenflossen.

Scyllium canicula (Cuv.). *Mittelmeer.* Rückenflosse ohne Stachel.

Mustelus laevis (Risso). *Atlantischer Ocean, Mittelmeer.* Zwei Rückenflossen, Spritzlöcher klein. Gebiert lebendige Junge.

II. Ordnung. Rajae — Rochen.

Körper flach scheibenförmg. Schwanz dünn, vom Rumpfe abgesetzt. Sehr grosse Brustflossen mit dem Kopfe verwachsen, oft vom Rostrum bis zur Bauchflosse reichend. Rückenflosse auf dem Schwanz verschoben. Afterflosse fehlt. Schädel gelenkig mit der Wirbelsäule verbunden. Schultergürtel an der Wirbelsäule befestigt. Mundzähne konisch oder platt. Fünf Schlundspalten ventral, quer gestellt. Plakoidschuppen spärlich. ca. 150 Arten.

Raja clavata (L.) — Keulenroche. *Europäische Küsten.* Rhombischer Leib, am Schwanz symmetrische Längsfalten, zwei stachellose Rückenflossen. Schwanzflosse klein. Dorsale Haut mit grossen Schuppenplatten.

Torpedo marmorata (Risso). *Mittelmeer, atlantischer und indischer Ocean.* Die Muskelmassen zwischen Kopf und Brustflossen wandeln sich in elektrische Organe um. So entstehen in einem bindegewebigen Fachwerk viele prismatische Säulen mit zahlreichen Nervenendplatten. Haut nackt.

III. Ordnung. Holocephala.

Palatoquadratum und Hyomandibulare mit dem Schädel verwachsen. Schädel gelenkig mit der Wirbelsäule verbunden. Schwanz dünn. Kräftiger Stachel vor der vorderen Rückenflosse. Ringförmige Verkalkung der Chorda-

scheide, obere metamere Bogen. Schultergürtel mit Wirbelsäule verbunden. Spritzloch fehlt. Vier Schlundtaschen. Äussere Schlundspalten von einer Hautfalte bedeckt. Mund klein mit etlichen breiten Zahnplatten. Placoidschuppen nur während der Jugend. Grosse Seitenkanäle der Haut. ca. 15 Arten.

Chimaera monstrosa (L.) — Gemeine Seekatze. *Europäische Küsten.*

II. Unterklasse. Teleostei — Knochenfische.

Das Skelet verknöchert. Chorda wird vertebral durch amphicöle meist verknöchernde Wirbelkörper eingeschnürt, in deren Innerem oft noch kreuzförmige Knorpelreste bestehen bleiben. Obere Bogen in lange Dornfortsätze ausgezogen. Untere Bogen der Schwanzregion schliessen sich zu unteren Dornfortsätzen. Grosse bewegliche Rippen. Knopelschädel verknöchert direkt und wird zum Teil von Deckknochen umhüllt. Brust- und Beckengürtel mit Deckknochen. Schultergürtel durch Deckknochen — Supraclaviculare am Schädel aufgehängt. Der Beckengürtel hat wechselnde Lage und wird an allen Punkten der Bauchseite zwischen Kopf und After verschoben gefunden. Flossen faltbar, durch Knochenstrahlen gestützt. Schwanzflosse homocerk. Die erste Schlundtasche wird rückgebildet. Die 5 übrigen Schlundtaschen entwickeln 8 oder 7, 6, 5 Atemplatten. Kammförmige Kiemen. Die äusseren Schlundspalten von der Kiemendeckelfalte der Kopfhaut verdeckt, welche seitlich von den Operkularplatten, ventral von knöchernen Strahlen — Radii branchiostegi gesteift wird. Viele kauen im Schlunde mit Zähnen, die in der Schleimhaut der letzten Schlundbogen — untere und obere Schlundknochen stecken. Die Speiseröhre besitzt quer gestreifte Muskulatur. Schwimmblase meist ansehnlich entwickelt als hydrostatisches Organ. Der Luftgang wird häufig rückgebildet. Die Schwimmblase wird manchmal gekammert oder mit kleinen Blindsäckchen besetzt, sie dehnt sich in den muskulösen Schwanz aus, sogar an die Haut oder wird klein und in einer Knochenkapsel eingeschlossen. Appendices pyloricae. Conus arteriosus klein; grosser nicht kontraktiler Bulbus arteriosus mit zwei Klappen. Dünne Cycloid- oder Ctenoidschuppen oder Knochenschilder der Haut. Schuppen oft von Öffnungen der Seitenkanäle durchbohrt. Sehnerven gekreuzt. Statolithen sehr gross. Die Vorniere wird ein lymphoides Organ. Die Urniere reicht durch die ganze Leibeshöhle (oft sogar in den Kanal der unteren Kaudalbogen). Ihre Ausführgänge fliessen hinten in ein gemeinsames erweitertes Stück — sog. Harnblase zusammen und münden meist hinter dem After. Die Geschlechtsfalten sind niemals mit Teilen der Urniere verbunden, deshalb sind Hoden und Ovarien meist einfache Säcke, deren kaudales enges Ende als Ausführgang funktioniert und hinter dem After getrennt oder vereint mit den Nierengängen mündet. Das Ovarium bildet einen einfachen Sack oder längs und quer einspringende Blätter, in denen die Follikel reifen oder seine Binnenhöhle kammern. Die Samenampullen der Hodensäcke stehen senkrecht oder radiär zum ausführenden gegen die Dorsalkante gedrängten Lumen. Legen Eier. Furchung meroblastisch.

I. Ordnung. Physostomi — Edelfische.

Bauchflossen stehen abdominal = nahe dem After. Alle Flossenstrahlen sind gegliedert, nur der erste Strahl der Rücken- und Brustflossen

verknöchert manchmal. Prämaxilla und Maxilla getrennt. Der Gang der Schwimmblase erhält sich während der Lebensdauer. Pseudobranchie vorhanden. Offene Verbindung zwischen Utriculus und Sacculus. Schuppen meist cycloid. ca. 2500 Arten.

Familie: Salmonidae.

Körper mit kleinen Schuppen, Kopf nackt. Hinter der Rückenflosse eine nicht von Strahlen gestützte Fettflosse. Schwimmblase einfach. Zahlreiche Appendices pyloricae. Ovarium plattenförmig ohne Eileiter. Eier durch Pori abdominales der Bauchwand entleert.

Salmo salar (L.) — Lachs. *Nördliche gemässigte und kalte Zone.*

Familie: Esocidae.

Kopf breit niedergedrückt. Schnauze flach. Rückenflosse steht über der Afterflosse. Mundrand von Prämaxilla und Maxilla gestützt. Reichliche Zähne, fehlen jedoch in der Maxillargegend.

Esox lucius (L.) — Hecht. *Europa*, *Nordamerika*.

Familie: Clupeidae.

Körper komprimiert. Kopf nackt. Schuppen dünn, lose steckend. Maxilla drei bewegliche Stücke. Zahlreiche Appendices pyloricae.

Clupea harengus (L.) — Häring. *Nordatlantischer Ocean*, *Nordsee*, *Ostsee*.

Familie: Siluroidae.

Haut nackt (oder mit grossen Cutisknochen). Rückenflosse sehr schmal. Lange Afterflosse, bis zur Schwanzflosse reichend. Schädel gross platt. Mundrand nur von Prämaxilla gestützt, Maxilla sehr klein. Bartfäden am Munde. Mediane Scheidewand halbiert das Lumen der Schwimmblase, die durch umgebildete Teile der drei ersten Wirbel — Webersche Kette mit dem Labyrinth verbunden ist.

Silurus glanis (L.) — Wels. *Mitteleuropa.*

Familie: Cyprinoidae.

Körper beschuppt. Kopf nackt. Enger Mund. Oberer Mundrand nur von Prämaxilla gestützt. Zähne nie am Mundrand, grosse Schlundzähne am V. Schlundbogen. Keine Appendices pyloricae. Schwimmblase quergeteilt in eine vordere elastische Kammer mit einem ventralen Längsmuskel und eine hintere nicht elastische Kammer mit zwei symmetrischen Längsmuskeln. Der Luftgang tritt an die hintere Kammer. Zwischen Schwimmblase und Labyrinth die Webersche Kette.

Cyprinus carpio (L.) — Karpfen. *Asien*, *Europa*, *Nordamerika.*

Familie: Apodes.

Bauchflossen fehlen. Körper schlangenförmig, Rücken- und Afterflosse breit, mit der Schwanzflosse zusammenfliessend. Schuppen klein verkümmert. Ovarium plattenförmig. Eier durch Pori entleert.

Anguilla vulgaris (Flem.) — Aal. *Europa.*

II. Ordnung. Anacanthini — Weichflosser.

Die Bauchflossen stehen vor den Brustflossen. Weiche gegliederte Flossenstrahlen. Untere Schlundknochen getrennt. Der Gang der Schwimmblase schwindet, manchmal auch die Blase selbst. Die offene Verbindung von Utriculus und Sacculus schwindet. ca. 370 Arten.

a) Kleine Cycloidschuppen, drei Rücken-, zwei Afterflossen.

Gadus morrhua (L.) — Dorsch, Kabeljau. *Atlantischer Ocean.*

b) Der symmetrische seitlich komprimierte Körper wird während der Jugend so hoch, dass die Tiere später nicht mehr senkrecht, sondern auf der Seite schwimmen. Die Rücken- und Afterflossen ziehen längs der ganzen dorsalen und ventralen Körperkante. Brust- und Bauchflossen sehr klein. Die Augen werden auf eine Seite verschoben, die blinde untere Seite ist farblos. Schwimmblase fehlt.

Pleuronectes platessa (L.) — Scholle.

III. Ordnung. Acanthopteri — Stachelflosser.

Bauchflossen unter den Brustflossen — brustständig. Strahlen der Rücken-, After-, Bauchflossen sind ungegliederte spitze Knochenstäbe. Untere Schlundknochen getrennt. Der Gang der Schwimmblase schwindet, ebenso die offene Verbindung von Utriculus und Sacculus. Meist Ctenoidschuppen. ca. 3000 Arten.

a) Zwei Rückenflossen. Zähne in der Gegend von Prämaxilla, Maxilla, Vomer, Palatinum.

Perca fluviatilis (L.) — Barsch. *Europa, Nordasien.*

b) Scombridae. Zwei Rückenflossen. Hinter Rücken- und Afterflosse je eine Reihe kleiner Flösschen. Körper lang.

Scomber scombrus (L.) — Gemeine Makrele. *Atlantischer Ocean.* Ohne Schwimmblase.

c) Labyrinthici. Dorsaler Raum der Kiemenhöhle stark entwickelt, wird mit Luft gefüllt und dient als accessorische Atemhöhle.

Anabas scandens (C. V.) — Pannei-eri. *Ostindien.*

d) Drei isolierte Rückenstacheln. An der Seite des Körpers eine Reihe von Schuppenplatten.

Gasterosteus aculeatus (L.) — Stichling. *Mitteleuropa.*

IV. Ordnung. Pharyngognathi — Schlundkiefer.

Ein Teil der Strahlen der Rücken-, After- und Bauchflossen ist ungegliedert und stachelig. Untere Schlundknochen verwachsen. Luftgang der Schwimmblase schwindet, ebenso die offene Verbindung zwischen Utriculus und Sacculus. Cycloid- oder Ctenoidschuppen. ca. 650 Arten.

Labrus mixtus (L.) — Lippfisch. *Mittelmeer, Nordsee.* Mundrand fleischig, vorstreckbar. Cycloidschuppen. Prachtvoll gefärbt.

V. Ordnung. Plectognathi — Haftkiefer.

Skelet unvollständig verknöchert. Wenig Wirbel, Rippen fehlen oft. Rückenflosse nahe der Schwanzflosse. Bauchflossen durch Stacheln vertreten

oder fehlend. Prämaxilla, Maxilla mit dem Schädel verwachsen. Ossifikationen der Cutis. Mund und Opercularspalte eng. Luftgang der Schwimmblase schwindet. Utriculus und Sacculus in offener Kommunikation. ca 180 Arten.

Ostracion quadricornis (L.) — Kofferfisch. *Tropischer atlantischer Ocean.* Körper kurz, ventral abgeflacht, kantig. Schnauze etwas vorgestreckt. Cutisplatten bilden festen Panzer. Getrennte Zähne am Kiefer.

Diodon hystrix (L.) — Igelfisch. *Atlantischer, indischer, pacifischer Ocean.* Ganzer Körper mit derben Stacheln besetzt. Weiche Rückenflosse. Grosse Zahnplatten der Kiefergegend. Sackförmige Ausstülpung der Speiseröhre wird mit Luft gefüllt und so der Körper aufgebläht.

VI. Ordnung. Lophobranchii — Büschelkiemer.

Bauchflossen fehlen meist, After- und Schwanzflossen häufig. Schnauze rohrartig ausgezogen. Rippen fehlen. Atemplatten büschelförmig. Opercularspalte klein. Luftgang schwindet. Keine Schuppen, knöcherne Cutisplatten. Utriculus und Sacculus in offener Verbindung. Männchen mit Bruttaschen. ca 120 Arten.

Syngnathus acus (L.) — Seenadel. *Atlantischer Ocean, Mittelmeer.* Schwanz länger als Rumpf. Brustflossen klein. Bauchflossen fehlen. Deshalb Rückenflosse wichtiges Schwimmorgan.

Hippocampus antiquorum (Leach.) — Seepferdchen. *Atlantischer Ocean, Mittelmeer.* Rumpf seitlich komprimiert. Schwanz- und Bauchflossen fehlen. Schwanz wirkt als Greiforgan.

III. Unterklasse. Ganoidei — Schmelzschupper.

Achsenskelet einfach ohne Wirbelkörper oder vollständig knorpelig oder verknöchert. Hohe Wirbelzahl. Die faltbaren Flossen durch verknöchernde Strahlen gestützt. Schultergürtel am Schädel befestigt. Spritzloch vorhanden oder fehlend. Die äusseren Schlundspalten vom Kiemendeckel verdeckt. Kammförmige Kiemen. Schwimmblase wohl entwickelt. Appendices pyloricae und Spiralfalte. Conus arteriosus meist gross mit Klappenreihen. Kein Chiasma der Sehnerven. In der Haut schmelzglänzende Schuppen oder Knochenschilder. Die langen Urnieren verschmelzen oft zu unpaaren Abschnitten. Wimpertrichter schwinden später.

I. Ordnung. Chondrostei — Knorpelganoiden.

Chorda dick, cylindrisch. Wirbelkörper nicht gebildet, nur knorpelige obere und untere Bogen und Interkalarstücke. Mächtiger Knorpelschädel mit langem Rostrum, bedeckt von Bindegewebsknochen. Kiemendeckel klein. Mundrand vom Palatoquadratum gestützt. Mund unterständig. Heterocerke Schwanzflosse.

Acipenser sturio (L.) — Stör. *Europäische Meere.*

Acipenser huso (L.) — Hausen. *Schwarzes und Kaspisches Meer.*

Acipenser ruthenus (L.) — Sterlet. *Russische Flüsse.* Lange Schnauze. Haut mit fünf Reihen von Knochenschildern bedeckt. Schultergürtel mit vier Belegknochen. Spritzloch funktioniert. Zähne der Mundhöhle schwinden frühzeitig. Schwimmblasengang der Speiseröhre. Vordere Atemplatte der II. Schlundtasche vorhanden als Opercularkieme.

II. Ordnung. Holostei — Knochenganoiden.

Bikonkave Wirbelkörper und Bogen stark verknöchert. Schwanzende der Wirbelsäule gerade oder gebogen. Der Schädel verknöchert. Am Palatoquadratum treten Prämaxilla und Maxilla auf. Mund vorderständig. Hintere Atemplatte der VI. Schlundtasche fehlt. Der V. Schlundbogen stützt deshalb keine Kieme.

1. Lepidosteus osseus (L.) — Knochenhecht. *Nordamerika.*

Schnauze verlängert. Körper langgestreckt, Rückenflosse nach hinten gerückt. Der intervertebrale Knorpel bildet opisthocöle ganz verknöchernde Wirbel mit Gelenkflächen. Rautenförmige gelenkig verbundene Ganoidschuppen. Schultergürtel eine dreieckige, von einer Spange überbrückte Platte. I. Schlundtasche verkümmert. Vordere Atemplatte der II. Schlundtasche als Opercularkieme vorhanden. Einfache dorsale Schwimmblase mündet dorsal in die Speiseröhre, ihre Schleimhaut in Leisten erhoben, erhält cordifugales Blut durch Äste der Aorta, ihre Venen münden in die Kardinalvenen. Fünf Schlundtaschen. Spiralfalte verkümmert. Fossile Verwandte in Trias, Jura, Kreide.

2. Polypterus bichir (Geoffr.) *Oberer Nil und Flüsse des westlichen tropischen Afrika.*

Schnauze kurz. Rautenförmige Ganoidschuppen. Dorsal eine Reihe (8—18) Dornen mit je einer kleinen Flosse. Afterflosse dicht vor der Schwanzflosse. Schultergürtel eine Platte. Das Spritzloch der I. Schlundtasche von einer Knochenplatte bedeckt. Opercularkieme fehlt. Vier Schlundtaschen. Paarige dickmuskelwandige Lungensäcke liegen zu beiden Seiten des Darmkanals, sie vereinen sich nahe der gemeinsamen Öffnung in der ventralen Schlundwand. Innenfläche der Lunge fein gefältelt. Lungenarterie ist ein Ast der IV. Kiemenvene. Fossile Verwandte in paläozoischen Schichten: **Crossopterygidae.**

3. Amia calva (L.) *Amerika.*

Schnauze kurz. Dünne abgerundete, sich dachziegelartig deckende Schuppen. Lange Rückenflosse. Spritzloch, Opercularkieme fehlen. Fünf Schlundtaschen. Conus arteriosus schwach. Einfache Schwimmblase mit wenig Innenfalten, mündet dorsal in den Vorderdarm. Lungenarterie ist ein Ast der vierten Kiemenvene. Fossile Verwandte bereits im Lias.

IV. Unterklasse. Dipnoi — Lungenfische.

Chorda dick, Skelet knorpelig, nur teilweise verknöchernd. Knorpelschädel nur mit dünnen Deckknochen belegt. Der Palatoquadratbogen fest mit dem Cranium verwachsen, Hyomandibulare verkümmert. Schwanz zugespitzt. Grosse Ganoidschuppen. Flossen lancett- oder peitschenförmig.

Kiemendeckelfalte der Kopfhaut. Zähne der Mundhöhle. Nasengruben brechen in die Mundhöhle durch. Spiralfalte des Darmes. Lunge unpaar oder paarig mit respiratorischem Gefässnetz in den Falten der Innenfläche. Zwei unvollkommene Atrien. Conus arteriosus gross mit Klappenreihen. Lange bandförmige Urniere. Verwandte in Karbon und Trias.

1. Ceratodus Forsteri (KREFFT) — Barramunda. *Queensland.*

Körper zugespitzt. Medianer Flossensaum des Schwanzes. Flossen breit lancettförmig, ihre Skeletstücke biserial geordnet. Grosse Cycloidschuppen. Solides Knorpelcranium. Zahnplatten in der Vomer-, Palatin- und Mandibulargegend. Fünf Schlundtaschen, fünf knorpelige Schlundbogen. Opercularkieme. Der V. Schlundbogen trägt keine Atemplatte. Einfache dorsale Schwimmblase mit vielen Leisten der Innenfläche. Ihr Gang mündet ventral in den Vorderdarm, Conus arteriosus mit acht Klappenquerreihen, die hintereinander stehenden Klappen einer Längszone springen stark vor und scheiden die Ströme des Lungen- und Körpervenenblutes. Die Lungenarterie entspringt aus dem IV. Schlundgefässe.

2. Protopterus annectens (OWEN). *Tropisches Afrika.*

Körper gestreckt. Rücken- und Schwanzflosse verschmelzen. Brust- und Bauchflossen cylindrische Fäden. Dorsale und ventrale Wand des Knorpelcraniums unvollständig. Sechs knorpelige Schlundbogen, median nicht vereint. Fünf Schlundtaschen. Opercularkieme. Der erste und zweite Kiemenbogen trägt keine Atemplatten, aber der fünfte Bogen. Am oberen Rande der Opercularspalte sitzen drei kleine respiratorische Hautanhänge. Die paarige Schwimmblase mündet ventral, auf ihrer Innenfläche erhebt sich ein Faltennetzwerk. Conus arteriosus verkürzt, mit zwei Längsfalten. Die linke Aortenwurzel giebt eine unpaare Arteria pulmonalis ab. Sommerschlaf im trocknenden Schlamm.

3. Lepidosiren paradoxa (FITZG.) *Amazonenstrom.*

Körper aalförmig mit langem medianem Flossensaume. Brust- und Bauchflossen cylindrische Fäden. Cycloidschuppen. Chorda dorsalis mit oberen und unteren Bogen. Vier Schlundtaschen, fünf Schlundbogen. Paarige Schwimmblase. Conus arteriosus mit zwei Längsfalten. Unvollkommene muskulöse Scheidewand im Herzventrikel.

V. Unterklasse. Cyclostomata — Rundmäuler.

Körper cylindrisch. Als Achsenskelet fungirt die Chorda dorsalis mit starker Scheide. Das skeletogene Gewebe nicht in Wirbel differenziert. Undeutliche Bogen. Rippen fehlen. Die fünf Hirnblasen in einer häutig-knorpeligen Schädelkapsel. Kiefer- und Schlundbogen fehlen. Nur ein korbartiges Gerüste knorpeliger Kiemenstützen zwischen den 6—7 Paaren beutelartiger Schlundtaschen. Brust- und Bauchflossen fehlen samt dem Extremitätenskelet. Epidermis weich. Schuppen fehlen. Rundlicher Saugmund. Hornpapillen (sog. Hornzähne) der Mundhöhle. Unpaare Nasengrube. Darm gerade. Schwimmblase fehlt. Leber gross. Pankreas, Milz fehlen. Ein Vorhof und eine Kammer des Herzens. Lange Urniere. Unpaare Geschlechtsfalte ohne Beziehung zur Urniere und ohne Ausführgänge. Keimzellen durch den Porus genitalis der Bauchwand hinter dem After entleert. Laby-

rinthorgan in Knorpelblasen des Schädels, nicht in Utriculus und Sacculus geschieden, 1—2 Bogengänge. Auge ohne Sklera. Totale inäquale Furchung. ca. 17 Arten.

Familie: Petromyzontidae.

Zwei Rückenflossen, die hintere mit dem Schwanzsaum verschmolzen. Blinde Nasengrube. Mund mit fleischigem Rande, ohne Barteln. Hornpapillen der Mundhöhle. Die sieben Schlundtaschenpaare entspringen an einem gemeinsamen ventral unter dem Schlunde liegenden Kanal und münden an sieben äusseren Löchern der seitlichen Rumpfwand. Einspringende Längsfalte des Darmschlauches. Geschlechtsdrüse median. Urniere nur im hinteren Drittel der Rumpfhöhle, ihre Gänge münden in den Darm.

Petromyzon fluviatilis (L.) — Flussneunauge, Pricke. *Küsten und Flüsse von Europa, Nordamerika, Japan.*

Familie: Myxinidae.

Rückenflosse nicht deutlich. Nasengrube mündet in die Mundhöhle. Saugmund ohne fleischigen Rand mit acht Barteln. Die sechs Kiemengänge beider Seiten vereinen sich in einen gemeinsamen Kanal für das ablaufende Atemwasser, der an einer weit hinten liegenden ventralen Hautöffnung mündet. Darm ohne Falte. Geschlechtsdrüse rechts gelagert. Segmentale Blindsprossen des Nierenganges mit Gefässknäueln. Einfaches Auge ohne Linse von Muskeln verdeckt. Jederseits am Bauche eine Reihe grosser Schleimsäcke.

Myxine glutinosa (L.) — Schleimaal. *Nordeuropäische Küsten.*

VI. Unterklasse. Leptocardii — Röhrenherzen.

Einzige Art: Amphioxus lanceolatus (Yarell) — Lanzettfischchen. *Küsten aller gemässigten und tropischen Meere.*

Körper ohne die typischen Regionen und Extremitäten, lanzettförmig. Nur die Chorda wird gebildet. Wirbelsäule, Rippen, Schädel fehlen. Nervenrohr ohne Hirnblasen. Ein schwarzer Pigmentfleck (sog. Auge) am vorderen Ende des Nervenrohres. Labyrinth und Riechgrube fehlt. Mundlängsspalte mit Cirren. Einfacher Darmschlauch. Sein vorderes Drittel von zahlreichen schrägen Spalten (sog. Kiemenspalten) durchsetzt, deren Öffnungen an der Hautfläche eine Falte überdeckt, die ventral verwächst und so einen Peribranchialraum begrenzt, der ungefähr in der Mitte der Ventralseite durch den Porus branchialis mündet. Am Boden des Kiemendarmes liegt eine Rinne mit Flimmerepithel — Hypobranchialrinne. Hinter dem Kiemendarm ein oral gerichteter Blindsack — Leber. Blut farblos. Gefässnetz mit einem dorsalen und ventralen Hauptstamme. Herz fehlt. Einzelne Abschnitte der Blutbahn kontraktil. Geschlechtskeimstätten eine Reihe von Zellbeuteln in der Wand der Peribranchialhöhle. Als Exkretionsorgane fungieren eine Reihe von Kanälchen, die in die Peribranchialhöhle münden. Epidermis einschichtig. Eier holoblastisch. Furchung äqual.

II. Klasse. Amphibia — Lurche.[1]

Alle atmen zuerst durch Hautkiemen, aber nur wenige bleiben diesem Zustande treu; die meisten bilden später Hautkiemen, Schlundtaschen und die knorpeligen Schlundbogen zurück, um Lungenatmer zu werden. Die grosse Chorda wird durch bikonkave Wirbel eingeschnürt. Der Intervertebralknorpel differenziert häufig Gelenke. Querfortsätze der Wirbel. Rippen kurz, niemals zum Sternum reichend. Zwei Paare Extremitäten samt den zugehörigen Knorpelgürteln werden meist entwickelt. Der Beckengürtel mit einem Sakralwirbel verbunden. Darmbeine schmal. Kopf flach, breit. Der knorpelige Schädel besteht in ausgedehntem Maasse. Der Palatoquadratbogen wird ihm unbeweglich verbunden. Paarige Gelenkhöcker der Occipitalia lateralia artikulieren mit dem ersten Wirbel. Die Nasengruben brechen in die Mundhöhle, wo doppelzinkige Zähne in mehreren Reihen, nicht bloss in der Kieferregion, sondern auch an der dorsalen Wand entstehen. Die Lungensäcke werden gross und weit. Kehlkopf. Der anfänglich einfache Herzschlauch wird später unvollkommen in zwei Atrien und einen Ventrikel geteilt, die Schlundgefässe umgebildet. Poikilotherme Tiere. Urnieren breit in der Beckengegend, vorne schmal. Enge Beziehung der Urnieren zu den Geschlechtsfalten. Wimpertrichter der Urniere dauern. Die obersten Schichten der Epidermis verhornen und werden periodisch abgestossen. Zahlreiche Hautdrüsen. Die freien Sinneszellen schwinden. Die Befruchtung erfolgt niemals durch direkte Begattung. Die Eier, von einer Gallerthülle umgeben werden meist ins Wasser abgelegt. Die Befruchtung lebendig gebärender Weibchen geschieht durch selbständige Aufnahme der von den Männchen ins Wasser abgesetzten gallertigen Samenkapseln. Furchung total inäqual.

I. Ordnung. Urodela — Schwanzlurche.

Körper cylindrisch gestreckt. Langer Schwanz. Kurze, auswärts und weit entfernt stehende Beinpaare, die je vier Zehen vorne und und je fünf Zehen hinten tragen. Vordere Extremitäten rascher entwickelt. Chorda vertebral eingeschnürt. Niedere Dornfortsätze und paarige Gelenkfortsätze der oberen Bogen. Querfortsätze. Die kurzen beweglichen Rippen stehen fast horizontal. Knorpeliges Sternum schwach. Der knorpelige Schultergürtel ist ventral nicht geschlossen und verknöchert nur nahe der Pfanne. Der Beckengürtel ist dem Sakralwirbel durch bewegliche Rippen angeschlossen. Untere Bogen der Schwanzwirbel mit Dornfortsätzen. Am Schädel entstehen verhältnissmässig wenig Knochen. Die Maxilla endet hinten frei. Doppelzeilige Zähne in Ober-, Unterkiefer- und Palatingegend. Zunge festgewachsen. Die Schlundtaschen brechen frühzeitig durch und bilden die Wege des Atemwassers für die drei Paare der Hautkiemen. After eine Längsspalte. Die Urniere reicht nicht mehr durch die ganze Leibeshöhle und gliedert sich in zwei

1) E. Schreiber, Herpetologia europaea. Braunschweig 1875. — Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches. VI. Band. 2. Abteilung: Amphibien von C. K. Hoffmann, 1873—1878.

funktionell verschiedene Abschnitte: Geschlechts- und Harnniere. Ovarialhöhle einfach. Hoden in Lappen zerfallend mit centralem Sammelgange. Im Sacculus ist keine Papilla basilaris gebildet, Paukenhöhle und Trommelfell fehlen. ca. 100 Arten.

I. Unterordnung. Ichthyoidea — Kiemenlurche.

Rumpf langgestreckt. Extremitäten schwach. Chorda persistiert. Bikonkave Wirbel. Intervertebralknorpel spärlich. Schlundbogen, Schlundtaschen dauern. Choanen liegen gleich hinter dem Mundrande. Je eine Reihe spitzer Mundzähne in der Vomer- und Palatinregion. Augen klein, ringförmige Lidfalte. Kiemen- und Lungenatmung.

Familie: Phanerobranchiata.

Zwei bis vier Schlundtaschenpaare sind während des ganzen Lebens durchgängig. Drei Paare von Hautkiemenbüscheln dauern. Maxilla fehlt meist. Ruderschwanz.

Proteus anguineus (LAUR.) — Olm. *Adelsberg und Karst.* Körper lang gestreckt, walzig. Kurzer, platter Schwanz. Brust- und Beckengürtel weit entfernt. Drei Zehen der vorderen, zwei Zehen der hinteren Extremität. Sternum fehlt. Zwei Schlundspalten. Rechte Lunge kürzer. Darm gerade, Augen schwach entwickelt.

Siren lacertina (L.) *Carolina.* Lang gezogener Körper. Stummelförmige Vorderbeine mit vier Zehen. Beckengürtel und Hinterbeine fehlen. Drei Schlundspalten bestehen. Hornscheiden der Kiefer, Zähne der Palatinregion.

Familie: Derotremata.

Die Hautkiemen schwinden später und die Schlundspalten schliessen sich bis auf ein persistierendes Kiemenloch am Halse. Maxillen vorhanden.

Amphiuma means (L.) — Aalmolch. *Florida.* Aalförmig. Füsse schwach, weit auseinander gerückt mit je drei Zehen. Augen von der Haut bedeckt. Luftröhre eng, lang. Zwei Zahnlängsreihen der Palatinregion.

Cryptobranchus japonicus (V. D. HOEVEN) — Riesensalamander. *Japan.* Kopf und Körper flach. Hautkiemen und später Kiemenloch schwinden gänzlich dem erwachsenen Tiere. Zwei Zahnreihen in der Maxillargegend. 1—2 m lang.

II. Unterordnung. Salamandrina.

Wirbel opisthocöl. Skelet verkalkt. Die Hautkiemen werden rückgebildet und die Schlundspalten geschlossen, Schlundbogen gleichzeitig reduziert. Dann atmen sie nur mit Lungen. Choanen dicht hinter den Prämaxillen. Zähne doppelzinkig in der Palatinregion festgewachsen. Haut drüsenreich. Grosse Augen mit klappenförmigen Lidern. Vordere Extremität vier, hintere fünf Zehen.

Triton taeniatus (SCHNEID.) — Kleiner Wassermolch. *Europa.* Körper schlank, seitlich komprimierter Ruderschwanz mit medianem, dorsalem und ventralem Flossensaum.

Salamandra maculosa (LAUR.) — Feuersalamander. *Europa.* Körper plump. Schwanz rund. Längs des Rückens eine Doppelreihe von Drüsen; in der Ohrgegend ein Drüsenwulst.

Amblystoma mexicanum (COPE.) — Axolotl. *Mexiko.* Körper plump. Kopf flach, breit. Schwanz rund, dick. Mediane Hautfalten am Rumpfe. Verharrt oft lange Zeit in der Larvenform — Siredon pisciformis Shaw., mit Hautkiemen und Flossensaum.

II. Ordnung. Gymnophiona — Schleichenlurche.

Wurmförmig. Schwanzregion nicht entwickelt. After am Körperende. Extremitäten, Brustgürtel, Sternum und Beckengürtel fehlen. Chorda ein ansehnlicher Strang. Tief bikonkave Wirbel in grosser Zahl (250). Alle, ausgenommen der erste und letzte tragen kurze bewegliche Rippen mit gespaltenen Dorsalenden. Ventralfläche der Wirbelkörper mit scharfen Kämmen. Der Knorpelschädel wird ganz verknöchert, nur in der Dorsal- und Orbitalregion dauern spärliche Knorpelreste. Die drei Hautkiemenpaare schwinden während der Embryonalzeit, ebenso die Schlundtaschen. Die vier bis fünf Schlundbogenpaare bleiben immer zartknorpelig. Mundspalte klein. Paukenhöhle, Trommelfell fehlen. Unbeweglicher Zungenwulst. Zähne in der Maxillar-, Mandibular- und Palatinregion. Luftröhre eng und lang. Rechte Lunge grösser. Spiralfalte des Bulbus arteriosus fehlt. Haut weich, gefaltet, mit kleinen Schuppen. Kleine Augen unter der Haut. Urnieren schmal, reichen durch die ganze Leibeshöhle. Ovarium sackförmig. Hoden getrennte Lappen mit innerem Hodengange der Vasa efferentia. ca. 22 Arten.

Coecilia lumbricoides (DAND.) — Blindwühle. *Südamerika.*

III. Ordnung. Anura — Froschlurche.

Körper gedrungen, breit. Grosse Extremitäten, Hinterbeine grösser. Die seitlich komprimierte Schwanzregion wird während der Jugendzeit rückgebildet. Chorda vertebral eingeschnürt. Der intervertebrale Knorpel bildet die Gelenke der procölen Wirbel. Nur 7—9 Wirbel. In der Schwanzregion entstehen um die Chorda keine Wirbelkörper. Bei der Reduktion des Schwanzes wird dessen Achsenskelet ein langer, dolchförmiger Knochen (Steissbein). Die sehr kurzen Rippen verschmelzen mit den Querfortsätzen der Wirbel. Der Schultergürtel fest mit dem Brustbein verbunden. Ileum lang, stabförmig. Radius und Ulna verschmelzen, ebenso Tibia und Fibula. Erster Finger der vorderen Extremität verkümmert. Hinterbeine entwickeln sich rascher. Der Mund ist anfangs eng, sein Rand bildet schneidende Hornplatten (Hornkiefer) für Pflanzenkost. Später wird er eine weite Spalte, die Hornkiefer fallen ab und doppelzinkige Zähne entstehen in der Oberkiefer- und Vomergegend (selten am Unterkiefer). Die Schlundspalten brechen gegen die Haut durch, gestützt von knorpeligen Schlundbogen. Die zwischen den Schlundspalten keimenden Hautkiemenbüschel bilden sich bald zurück; während in den Schlundtaschen innere Kiemen entstehen, überwächst eine Falte der Kopfhaut die Schlundspalten bis auf ein kleines meist laterales Loch — Spiraculum, durch welches das Atemwasser austritt. Nach etlichen Wochen schwinden auch die inneren Kiemen, die Schlundtaschen schliessen sich, die Schlundbogen werden rückgebildet. Dann stehen die Lungen und die Haut dem respiratori-

schen Gaswechsel vor. Kehlkopf mit Stimmbändern. Keine Trachea. In der Mundhöhle entfaltet sich gleichzeitig die weiche Zunge, deren Spitze befestigt, deren Hinterrand frei ist. Der anfangs sehr lange spiralig gewundene Darm verkürzt sich. Der Magen wird quergestellt, die Urniere wird kurz, nicht in Geschlechts- und Harnniere geteilt. Ovarium mit einer Längsreihe von Kammern. Im Hoden Netzwerk der Genitalgänge, wenig Vasa efferentia. Eileiter lang geschlängelt und weit. Labyrinth mit Papilla basilaris, Paukenhöhle, Trommelfell. Augen mit Lidern. ca. 800 Arten.

I. Gruppe. Discodactylia.

Zehen breit, Haftscheiben an den Zehenspitzen. ca. 370 Arten.

Familie: Hylidae.

Zehen der vorderen Extremitäten frei, der hinteren durch Schwimmhäute verbunden. Zähne in der Maxillar- und Palatinregion. Ein Kehlsack der Mundhöhle. Gehörorgan gut entwickelt.

Hyla arborea (L.) — Laubfrosch. *Europa.*

II. Gruppe. Oxydactylia.

Zunge vorne angewachsen, vorklappbar. Zehenenden spitz. ca. 400 Arten.

Familie: Ranidae.

Hinterbeine sehr lang, ihre Zehen mit Schwimmhäuten verbunden. Drüsenwulst des Daumens (♂). Zähne in der Prämaxillar-, Maxillar- und Vomerregion wie in der Unterkiefergegend. Laterale Stimmsäcke der Mundhöhle (♂). Schallleitende Höhle gut entwickelt. Trommelfell frei.

Rana esculenta (L.) — Grüner Wasserfrosch. *Europa.*

Familie: Bombinatoridae.

Zehen mit Schwimmhäuten, Zähne in der Maxillargegend. Paukenhöhle und Trommelfell fehlen, auch Stimmsäcke.

Pelobates fuscus (Wagl.) — Knoblauchkröte. *Europa.*

Familie: Bufonidae.

Hinterbeine wenig länger als die vorderen. Gehörorgan vollständig entwickelt. Haut warzig wegen reichlicher Hautdrüsen. Dicke Drüsenpackete hinterm Ohr. Keine Zähne der Maxillar- und Mandibulargegend. Zunge oval. Haut warzig.

Bufo vulgaris (Laur.) — Feldkröte. *Europa.*

III. Gruppe. Aglossa.

Zunge fehlt. Zungenbein verkümmert. Die beiden Tubae Eustachii mit gemeinsamer Öffnung. Augenlider fehlen. Wenig Arten.

Pipa americana (Laur.) — Wabenkröte. *Guiana.* Kopf kurz flach dreieckig; dünne Vorderbeine; plumpe, lange Hinterfüsse mit Schwimmhaut. Ohne Zähne. Trommelfell fehlt. Mässig lange Bronchi. ♀ trägt die Eier in wabigen Zellen der Rückenhaut.

IV. Ordnung. Stegocephala.

Salamanderähnlicher geschwänzter Körper. Grösste Amphibien. Kopf flach und breit. Vorderfüsse kürzer als die Hinterfüsse. Die Chorda bleibt ein mächtiger Strang, von dünnen bikonkaven Wirbeln umhüllt oder durch dicke bikonkave Wirbel vertebral eingeschnürt. Rippen klein. An der dorsalen Fläche des Schädels wurde eine viel grössere Zahl von Deckknochen gebildet als bei den übrigen Amphibien. Ein Loch zum Austritt der Epiphyse durchbohrt die Parietalia. Schlundbogen. Drei grosse Knochenplatten (Kehlbrustplatten) der Sternalregion. Pulpa und Dentinmantel der Zähne radial gefaltet. Panzer von knöchernen Platten der ventralen, selten der dorsalen Körperhaut. *Carbon bis obere Trias.*

III. Klasse. Reptilia — Kriechtiere.[1]

Chorda schmaler Strang, rasch rückgebildet. Wirbelkörper amphi-, pro- oder opisthocöl oder flach. Gelenkfortsätze der flachen oberen Bogen. Querfortsätze. Hals, Brust, Lenden, Sakralregion der Wirbelsäule. Einfaches oder gespaltenes Ende der Rippen. Brustbein stützt den Schultergürtel. Zwei Sakralwirbel tragen den Beckengürtel. Niedere Extremitäten. Schädel verknöchert. Knorpelige Reste in der komprimierten Orbital- und Ethmoidalregion. Hirnhöhle klein. Ein medialer Condylus occipitalis. Fünf Deckknochen des Unterkiefers. Eine Muschel der Nasenhöhle, welche in die Mundhöhle durchbricht. Jakobsonsches Organ. Meist konische Zähne. Schlundtaschen rasch rückgebildet, nur die erste funktioniert als Vorhöhle des Labyrinthes. Schlundbogenreste als Zungenbein. Unpaarer Blinddarm. Luftröhre lang. Lungen sackförmig oder gekammert oder von Luftröhrenästen durchsetzt. Zwei Vorhöfe des Herzens. Ventrikel meist unvollkommen geteilt. Blut poikilotherm. Gehirn klein. Die Epiphyse bildet oft ein Parietalauge. Labyrinth meist ohne Schnecke. Pecten des Auges. Flache Hautpapillen, Schuppen oder Schilder. Epidermis verhornt. Häutung. Wenig Hautdrüsen. Urniere verliert sekretorische Bedeutung. Allantois embryonales Atemorgan. Innere Befruchtung. Ei mit Eiweiss und kalkiger Schale umgeben, ins Freie abgelegt. Embryo mit Amnionhülle.

I. Ordnung. Sauria — Eidechsen.

Körper gestreckt, niedergestellt auf kleinen Extremitäten, langer Schwanz. Wirbel procöl. Gelenke quer elliptisch. Obere Bogen breit. Hals-

[1]) Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches. VI. Bd. 3. Abteilung. Reptilien von C. K. Hoffmann. 1890. — K. A. Zittel, Paläozoologie III. Bd. München 1887--1890.

wirbel meist mit unteren Dornfortsätzen, Querfortsätze klein. Zwei gelenkig verbundene Sakralwirbel. Eine mittlere Querzone der Schwanzwirbel nicht verknöchert. Einfache Dorsalenden der Rippen. Sternum breit, rautenförmig, zum Teil verknöchert, mit Rippen verbunden. Episternum T-förmig, stützt die Claviculae. Schädel verknöchert. Ali- und Orbitosphenoidgegend bleibt knorpelig. Unterkieferhälften mit medianer Naht. Obere Tarsusreihe samt Centrale verschmelzen. Mundspalte lang. Die Zähne entstehen in der Gegend der Prämaxillen, Maxillen, Palatina, Mandibeln und verwachsen entweder mit der Kante (akrodont) oder den Seiten (pleurodont) der Kieferknochen. Choane eine Längsspalte. Zunge verschieden entwickelt. Kehlkopf dicht hinter der Zungenwurzel. Zungenbein schmale Spange. Lungen sackförmig. Magen lang gestreckt. Rectum kurz, weit. Harnblase schlank, ziemlich gross. Quere Afterspalte, dahinter zwei Penisschläuche der Schwanzwurzelhaut. Herz nahe dem Kopfe, unvollkommen geteilt. Ovarien traubig, nahe dem Becken. Hoden rundlich oval mit vielfach gewundenen Samenkanälchen. Vier bis fünf Kanäle in den Nebenhoden. Dicke Beckennieren im hintersten Cölomabschnitt, ihr Hinterende ragt oft in die Schwanzwurzel. Epiphyse tritt oft durch das Scheitelloch an die Haut und funktioniert als Sehorgan. Auge mit Lidern und Nickhaut. Knöcherner Sklerotikalring. Trommelfell frei, Paukenhöhle. Haut beschuppt. Drüsen nur an der Innenseite der Oberschenkel und vor dem After.

I. Unterordnung. Crassilinguia.

Zunge kurz, dick, muskulös, nicht vorstreckbar. Trommelfell frei. Augenlider vorhanden. ca. 600 Arten.

Familie: Ascalabotae.

Platydactylus guttatus (Cuv.) — Gecko. *Ostindien.* Körper klein, plump, flach gedrückt. Schwanz kürzer als Körper. Haftlappen an den Zehen. Wirbel bikonkav. Pleurodonte Kieferzähne. Gaumenzähne fehlen. Schuppen höckerförmig. Ringförmige Lidfalten. Laute Stimme.

Familie: Iguanidae.

Iguana tuberculata (Laur.) — Gemeiner Leguan. *Südamerika, Westindien.* Körper seitlich komprimiert. Beine lang, schlank. Komprimierter Kehlsack. Kleine Schuppen. Rückenkamm von Hornstacheln. Pleurodont.

Familie: Humivagae.

Stellio vulgaris (Latr.) — Hardun. *Östliche Mittelmeerländer.* Kopf dreieckig. Körper breit, flach. Beine kurz. Schwanz mit stacheligen Schuppen. Akrodont.

II. Unterordnung. Brevilinguia.

Körper langgestreckt, schlangenähnlich. Extremitäten klein oder fehlend, Zunge kurz dick, Vorderende ausgeschnitten, wenig vorstreckbar. Pleurodont. Trommelfell unter der Haut versteckt. ca. 160 Arten.

Familie: Scincoidae.

Scincus officinalis (Laur.) — Skink. *Afrika.* Vier Grabfüsse.

Pseudopus Pallasi (Cuv.) — Scheltopusik. *Mittelmeerländer.* Vorderfüsse fehlen, hintere Stummeln. Knochenschuppen der Haut.

Anguis fragilis (L.) — Blindschleiche. *Europa.* Vordere und hintere Extremitäten bleiben kleine, kaum vorragende Höcker. Blinddarm fehlt.

III. Unterordnung. Fissilinguia.

Zunge lang, dünn, zweispitziges Vorderende; aus einer Wurzelscheide weit vorstreckbar. Trommelfell frei. Pleurodont. ca. 200 Arten.

Familie: Lacertidae.

Lacerta agilis (L.) — Gemeine Eidechse. *Mittel-, Osteuropa.* Körper gestreckt. Langer, runder Schwanz, kleine Rücken-, grosse Bauchschuppen. Zunge ohne Wurzelscheide. Gaumenzähne.

Familie: Ameividae.

Tejus monitor (Merr.) — Teju. *Südamerika.* Zunge geschuppt, akrodont.

Familie: Varanidae.

Varanus niloticus (Dum. et Bibr.) — Waran. *Afrika.* Körper langgestreckt. Kopf spitz. Ohne Gaumenzähne. Ohne Schenkelporen. Trennung der Herzkammer fast vollständig.

IV. Unterordnung. Vermilinguia.

Zunge wurmförmig, Vorderende verdickt; weit vorschnellbar. ca. 40 Arten.

Chamaeleon vulgaris (Daud.) — Chamäleon. *Nordafrika.* Körper seitlich komprimiert. Schwanz schlank, ventral spiralig eingerollt. Beine dünn. Zehen bis auf die Krallen verwachsen, drei Zehen vorwärts, zwei rückwärts gerichtet und wie Zangenlappen gegeneinander wirkend. Kopf dreikantig, helmartig. Schuppen sehr klein. Viele Chromatophoren bedingen Farbwechsel der Haut. Augenlider kreisförmig. Trommelfell von Körperhaut überzogen.

V. Unterordnung. Annulata.

Haut ohne Schuppen, durch Quer- und Längsfurchen in oblonge Felder geteilt. Zunge dick, kurz, ohne Scheide. Sternum fehlt. Schultergürtel schwach. Hinterfüsse fehlen immer. Augen sehr klein ohne Lider. Trommelfell fehlt. After nahe dem Hinterende. Schwanz kurz. ca. 50 Arten.

Amphisbaena cinerea (Strauch.) — Netzwühle. *Mittelmeerküsten.* Wurmförmig. Linke Lunge rückgebildet.

II. Ordnung. Ophidia — Schlangen.

Körper langgestreckt, walzig. Extremitäten nicht entwickelt. Oft 200 bis 300 procöle Wirbel, meist mit unteren Fortsätzen, Gelenk querelliptisch. Querfortsätze kurz. Nur drei Regionen der ausserordentlich biegsamen Wirbelsäule: Hals (zwei Wirbel), Rumpf, Schwanz. Alle Rumpfwirbel tragen lange Rippen, deren Enden ungespalten sind. Kein Sternum. Die ventralen, paarigen Fortsätze der Schwanzwirbel nicht verwachsend. Vordere Extremität und Schultergürtel fehlen immer. Sakralwirbel nicht differenziert, Becken und hintere Extremität selten angelegt. Schädel flach, breit, ganz verknöchert. Prämaxilla, Vomer, Nasale fest verbunden, Kiefergaumenknochen und Squamosum beweglich. Unterkieferhälften durch Bandmasse vereint. Die Schlundbogen werden stark rückgebildet bis auf einen dünnen Knorpelstreif des Zungenbeines. Maulspalte gross und ausserordentlich erweiterungsfähig. Zähne immer in mehreren Längsreihen in der Gegend der Mandibel, Maxilla, des Palatinum und Pterygoid, selten der Prämaxilla, mit den Knochen verwachsen, von einem Wulste der Schleimhaut umhüllt, dass nur ihre Spitze frei ist. Bei vielen Schlangen läuft das giftige Sekret der Oberlippendrüsen an einem langen Zahne des Oberkiefers ab, um die gebissene Beute wehrlos für den Schlingakt zu machen oder vorher zu töten. Solche Giftzähne sind glatt, gefurcht oder kanalisiert, neben ihnen liegen stets zahlreiche Ersatzkeime. Zunge schmal, lang in einer langen Scheide, weit vorstreckbar als Tastorgan. Speiseröhre lang, dehnbar. Magen gerade gestellt, drüsenreich. Der Anfang des dünnwandigen Mitteldarmes liegt in kurzen, schraubenförmigen Windungen, der übrige Teil zieht gerade. Leber langgestreckt. Gallenblase liegt weit von ihr an der rechten Seite des Duodenum. Pankreas zahlreiche Lappen. Allantois ganz rückgebildet. Quere Afterspalte. Nase ohne Vorhöhle. Jacobsonsches Organ vorhanden. Choane Längsspalte. Kehlkopf im vordersten Teil der Zungenscheide. Rechte Lunge gross, linke klein. Der vordere Abschnitt birgt in reichem Leistenwerke das respiratorische Gefässnetz, das dem hinteren Abschnitte fehlt; denn derselbe wirkt nur als Luftreservoir, wenn das langsame Verschlingen der Beute die regelmässige Luftzufuhr stört. Das längliche Herz mit unvollkommen getrennten Kammern liegt tiefer in der Rumpfhöhle, etwas links verschoben. Lymphherzen an der Schwanzwurzel. Ovarien und Hoden ungleich lang (grösser auf der rechten Körperhälfte) und asymmetrisch verschoben. Keimzone der Ovarien medial. Vielfach gewundene und sich teilende Samenkanälchen des Hodens. Eier pergamentschalig. Rechte Beckenniere asymmetrisch vorgeschoben. Beckenniere schmal, lang gestreckt, durch quere Einschnitte in gereihte Lappen gegliedert, die Ureter und Sammelgänge vereinen. Die Harnkanälchen jedes Lappens büschelförmig geordnet. Ureter lang, weil Beckenniere weit vom Urodäum entfernt. Hinter dem After paarige Penistaschen der Schwanzwurzelhaut. Erste Schlundtasche rückgebildet, deshalb fehlen Trommelfell, Paukenhöhle und Tuba Eustachii. Augen klein. Sklera ohne Knorpel oder Knochen. Ciliarmuskeln und Pecten fehlen. Augenlider durchsichtig, verwachsen. Der Raum zwischen ihnen und Hornhaut mit Thränenflüssigkeit erfüllt. Starrer Blick. Thränenkanal mündet zusammen mit dem Ausführgang des Jacobsonschen Organes am Dach der Rachenhöhle. Thränenflüssigkeit wird zur Einspeichelung der Beute verwendet. Die Haut bildet dachziegelartige, die folgenden überragende Schuppen, am Kopfe und der Ventralfläche aber aneinander stossende Schilder. Die obersten Hornschichten der Epidermis als zusammenhängendes Kleid mehrmals im Jahre abgeworfen.

I. Unterordnung. Colubriformia.

Solide Hakenzähne der Kieferregion. Maul erweiterbar. ca. 700 Arten.

Familie: Aglyphodonta.

Solide glatte Zähne im Oberkiefer, Palatinum, Mandibel. Maxilla gross, viele Zähne stützend.

Python tigris (Daud.) — Tigerschlange. *Ostindien.* Zähne an Prämaxilla. Schwaches Skelet der Hinterextremitäten in der Bauchwand.

Boa constrictor (L.) — Abgottschlange. *Südamerika.* Keine Zähne an der Prämaxilla. Schwaches Skelet der Hinterbeine in der Bauchwand. Die hinteren Zähne an der Maxilla grösser als die vorderen. Schwanz nicht abgesetzt.

Tropidonotus natrix (Boie.) — Ringelnatter. *Europa.*

Coronella laevis (Merr.) — Glatte Natter. *Europa.*

Familie: Opistoglypha.

Glatte Zähne an der Maxilla, nur die am hinteren Ende der Maxilla stehenden Zähne besitzen eine Furche der Vorderfläche.

Dryophis argentea (Schleg.) — Peitschenschlange. *Cayenne.* Körper schlank, Kopf schmal, spitz.

II. Unterordnung. Proteroglypha.

Maxilla stösst nicht an Prämaxilla. Am vorderen Bezirk des Oberkiefers steht eine grössere Zahl von Giftzähnen, deren konvexe Seite längs gefurcht ist, dahinter folgen solide Hakenzähne. Ebensolche auch an Palatinum, Pterygoid und Mandibula. Kopf nicht verbreitert und meist nicht abgesetzt. Linke Lunge schwindet. ca. 160 Arten.

Familie: Elapidae.

Naja tripudians (Merr.) — Brillenschlange. *Ostindien.* Leib cylindrisch. Schwanz spitz, kurz. Die vorderen Rippen können vorgestellt werden und erweitern die Nackengegend.

Familie: Hydrophidae.

Platurus fasciatus (Latr.) — Zeilenschlange. *Chinesisches, indisches Meer.* Körper und Schwanz stark komprimiert. Nasenlöcher durch Klappen schliessbar.

III. Unterordnung. Solenoglypha.

Kopf dreieckig, deutlich abgesetzt. Schwanz verhältnissmässig kurz. Prämaxilla schwach. Maxilla gelenkig am Präfrontale, dieses beweglich am Frontale befestigt. An der sehr kleinen Maxilla mehrere von einem Kanal durchbohrte Rohrgiftzähne. Nur einer funktioniert, er ist an die Mundwand

angedrückt und richtet sich beim Öffnen des Rachens auf. Die übrigen sind Ersatzzähne. Solide Zähne nur am Gaumen und Unterkiefer. Linke Lunge winzig. ca. 70 Arten.

Familie: Viperidae.

Körper gedrungen.

Pelias berus (MERR.) — Kreuzotter. *Europa.*

Vipera ammodytes (DUM. et BIBR.) — Sandviper. *Südeuropa.* Mit Hornhöcker der Schnauzenspitze.

Familie: Crotalidae.

Kopf beschuppt, selten Schilder. Zwischen Nase und Auge eine Hau grube.

Crotalus durissimus (DAUD.) — Klapperschlange. *Nordamerika.*

IV. Unterordnung. Opoterodontia.

Kleine Schlangen. Kopf nicht abgesetzt. Schwanz sehr kurz oder fehlt. Mund eng, nicht erweiterungsfähig. Gesichtsknochen unbeweglich. Zähne entweder nur am Ober- oder nur am Unterkiefer. Hinterextremitäten ganz unscheinbar mit einer kleinen Knochenachse. Augen klein. ca. 70 Arten.

Typhlops vermicularis (MEN.) — Blödauge. *Griechenland, Kleinasien.*

III. Ordnung. Chelonia — Schildkröten.

Körper kurz gedrungen, Rumpf abgeflachte ovale Scheibe. Wirbel amphi-, pro- oder opisthocöl bei einem Individuum. Acht bewegliche Halswirbel: Körper lang, Bogen schmal, Dornfortsätze klein, winzige Rippen. 10 Dorsolumbalwirbel: ohne Gelenke, starr durch Zwischenwirbelstücke verbunden; obere Bogen schräg vorgeneigt; lange, breite Rippen, niemals abgegliedert, fest mit Wirbelkörpern verbunden. Zwei Sakralwirbel, ihre Rippen tragen das Ileum. Schwanzwirbel beweglich, Dornfortsätze schwach oder fehlend, untere Dornfortsätze immer zwischen je zwei Wirbeln. Schulter- und Beckengürtel samt den zugehörigen Muskeln werden von den Rippen umfangen. Coracoid und Clavicula verwachsen mit Scapula. Ellenbogengelenk nach vorne stehend. Breite Berührungsfläche der Schambeine. Schlundbogen umgebildet in das breite Zungenbein mit 2—3 Hörnern. Keine Zähne. Kieferränder von dickem verhornten Epithel bekleidet — Hornschnabel. Choanen vorne. Jacobsonsches Organ fehlt. Zunge starker, festgewachsener, nicht vorstreckbarer Muskelwulst. Magen quergestellt. Blinddarm fehlt. Uro- und Proktodäum unvollständig getrennt. Zweihörnige Harnblase. Aftersäcke. Kehlkopf dicht hinter der Zungenwurzel, vor ihm häutige Epiglottisfalte. Lungen mit Bronchialbaum, reichen bis in die Beckengegend. Da der Thorax nicht erweitert werden kann, schlucken sie die Atemluft. Muskulöses Diaphragma. Breites, unvollständig geteiltes Herz liegt tiefer in der Rumpfhöhle, etwas links verschoben. Die Lungenarterien mit dem Aortenbogen durch ein Gefäss — Ductus Botalli verbunden. Lymph-

herzen am Becken. Die dicken abgerundet dreiseitigen Nieren liegen in der Beckenhöhle. Der dickmuskelwandige Ureter kurz. Müllerscher, Wolffscher Gang und Ureter münden in den Hals der Harnblase. Begattungswulst an der vorderen Wand der Aftergrube in beiden Geschlechtern. Eier hartschalig. Drei Augenlider. Paukenhöhle und Trommelfell vorhanden. Die Cutis des Rumpfes allein bildet grosse verknorpelnde und verknöchernde Platten, die mit der Wirbelsäule und den Rippen verwachsen und ein grosses Rückenschild zusammenfügen. Platten der ventralen Cutis fügen das Bauchschild. Die Epidermis verhornt meist zu dicken grossen Hornplatten; jedoch fallen deren Grenzen nicht mit denen der unterliegenden Knochenplatten zusammen.

Familie: Chelonidae.

Rückenschild flach herzförmig, hinten zugespitzt. Seine unvollständig verknöchernden Platten und die Rippen verwachsen sehr spät. Rippen niemals vollständig verdeckt. Platten des Brustschildes bleiben getrennt. Hornschilder der Haut. Kopf und Beine nicht einziehbar. Vorderfüsse länger. Zehen unbeweglich, nicht durch Hautfurchen getrennt; Krallen schwach. Hornschnabel stark. Trommelfell versteckt. Oesophagus mit stacheligen Hornpapillen. Wasser bewohnend. 5 Arten.

Chelone imbricata (SCHWEIGG.) — Karettschildkröte. *Atlantischer, Stiller, Indischer Ocean.*

Familie: Trionychidae.

Rückenschild flach, oval und Brustschild unvollständig verknöchert, seine Platten immer getrennt. Beide von lederartiger Haut überzogen ohne Hornplatten. Kopf und Hals einziehbar. Schwanz kurz. Füsse mit drei Krallen und grossen Schwimmhäuten. Fleischige Lippen. Weicher Rüsselwulst der Nasenlöcher. Keine Hornscheiden der Kiefer. Trommelfell versteckt. Penis in vier Spitzen gespalten. Wasser bewohnend. ca. 35 Arten.

Trionyx ferox (SCHWEIGG.) — Beissschildkröte. *Nordamerika.*

Familie: Chelydae.

Rücken- und Brustschild verwachsen. Becken verwächst mit Brustschild. Kopf und Hals werden seitlich geklappt nnd unter dem Rande des Rückenschildes geborgen. Freie Zehen mit Schwimmhäuten. Dünne Hornscheiden der Kiefer. ca. 60 Arten.

Chelys fimbriata (SCHNEID.) — Matamataschildkröte. *Guiana, Brasilien.*

Familie: Emydae.

Panzer vollkommen verknöchert. Hornplatten. Rückenschild flach, oval. Becken spät mit einer Rippenplatte verbunden. Zehen frei, mit Schwimmhäuten. Kopf in die Haut des Halses wie in eine Scheide rückziehbar. ca. 120 Arten.

Emys lutaria (MARSILI.) — Sumpfschildkröte. *Europa, Nordafrika.*

Familie: Chersidae.

Panzerplatten sehr rasch gebildet, schon in früher Jugend ist die Knochenkapsel des Rumpfes fertig. Rückenschild oval, hoch gewölbt. Ziehen Kopf, Fuss und Schwanz in den Panzer. Kurze Gangfüsse. Zehen bis an Nägel verwachsen. ca. 50 Arten.

Testudo graeca (L.) — Griechische Landschildkröte. *Südeuropa.*

IV. Ordnung. Crocodilina — Krokodile.

Körper gestreckt. Schwanz lang. Kopf platt, Schnauze verlängert. Wirbel procöl. Intervertebralknorpel in Gelenkpfanne und eine intermediäre Bandscheibe differenziert. Sieben Halswirbel mit unteren Bogen und Dornfortsätzen. Dorsolumbalwirbel mit starken Querfortsätzen. Untere Bogen zwischen je zwei Körpern der Schwanzwirbel. Meiste Brustrippen artikulieren nur an den Querfortsätzen. Rippen mit Processus uncinati. Ventrale Hälften der Rippen knorpelig oder verkalkt. Acht Paar Bauchrippen entstehen durch Verknöcherung der Sehneninskriptionen der Muskulatur. Episternum lang, einfach. Clavicula fehlt. Lange Maulspalte. Einfache Reihe thekodonter Kegelzähne in den Kiefern. Muskelzunge starker unbeweglicher Wulst. Nasenlöcher mit Klappen. Choanen weit zurückgeschoben. Jacobsonsches Organ fehlt. Gaumensegel. Keine Epiglottis. Speiseröhre weit. Magen rundlich, stark muskulös mit Sehnenspiegel. After längsoval. Allantois ganz rückgebildet. Begattungswulst im Proktodäum (mit Samenrinne und Schwellkörper). Lungen mit Bronchialbaum. Herz tief in Rumpfhöhle, etwas links verschoben. Vollkommenes Septum der Ventrikel. Dicht oberhalb der Halbmondklappen eine kleine Kommunikationsöffnung — Foramen Panizzae im Septum des rechten und linken Aortenstammes. Muskulöses Diaphragma. Peritonealkanäle. Längliche Nieren, deren Oberfläche hirnartige Windungen furchen, nahe dem Proktodäum. Harnleiter ins Innere geschoben, die Geschlechtsgänge der Erwachsenen münden ins Proktodäum. Eier hartschalig. Drei Augenlider. Tapetum lucidum. Trommelfell unter Klappe. Haut geschildet. Epidermis- und Cutisschilde gleich gross. Epidermis stark verhornt. Cutisschilde der Dorsalregion verknöchern bei recenten Arten. Moschusdrüse am Unterkiefer.

Familie: Crocodila.

Zähne ungleichförmig, nie mehr als 15 im Unterkiefer. Symphyse desselben bis zum siebenten oder achten Zahn. Erster Zahn des Unterkiefers greift in Grube, der vierte in einen äusseren Einschnitt des Oberkiefers. Hinterfüsse mit ganzer Schwimmhaut. 12 Arten.

Crocodilus vulgaris (Cuv.) — Nilkrokodil. *Afrika.*

Familie: Alligatorida.

Wenigstens 18 ungleichförmige Zähne des Unterkiefers. Erster und vierter Zahn greifen in Gruben des Oberkiefers. Mandibularsymphyse bis zum fünften Zahn. 7 Arten.

Alligator lucius (Cuv.) — Hechtkaiman. *Südl. Nordamerika.*

Familie: Gavialida.

18—26 ziemlich gleichförmige Zähne des Unterkiefers. Breite Symphyse. Erster und vierter Zahn greifen in äussere Einschnitte des Oberkiefers. 2 Arten.

Gavialis gangeticus. (GMEL.) — Gavial. *Ganges.*

Familie: Teleosauridae — *Jura, Kreide.*

Wirbel bikonkav. Hinterfüsse doppelt so gross als vordere. Starker Panzer der Ventralhaut. Schnauze sehr lang. Nasalia stossen nie an die Prämaxillen. Choanen am Hinterende der Palatina.

Familie: Belodontidae — *Trias.*

Wirbel bikonkav. Schnauze sehr gross, Prämaxillen sehr lang, die Nasenlöcher weit zurückgeschoben. Choanen am Vorderende der Palatina.

V. Ordnung. Rhynchocephala.

Eidechsenähnlich, langgeschwänzt. Chorda persistiert. Wirbel amphicöl. Rippen einköpfig mit hakenartigen Fortsätzen (Processus uncinati). Zwei Sakralwirbel. Sternum vorhanden. Quadratum unbeweglich. Ali- und Orbitosphenoidgegend nicht verknöchert. Columellafortsatz der Parietalia. Zähne akrodont. Ein grosser breiter Schneidezahn in der Prämaxilla. Unterkieferhälften durch fibröses Band vereint. Verknöcherungen der Bauchwand. Grosses Parietalauge. Haut mit Hornschuppen. Kein Kopulationsorgan.

Hatteria punctata (GRAY.) — Brückenechse. *Neuseeland.*

Rhynchosaurus (OWEN.) *Fossil.*

Proterosaurus (H. VON MEYER.) *Fossil.*

VI. Ordnung. Sauropterygia — Schlangensaurier.

Kopf klein, Hals lang, Rumpf kurz, Schwanz ziemlich kurz. Füsse fünfzehig, meist flossenartig. Wirbel flach amphicöl. 20—40 Halswirbel, 20—25 Rückenwirbel, 2 Sakralwirbel, 30—40 Schwanzwirbel. Schnauze konisch, niedergedrückt. Prämaxillen sehr lang. Quadratum unbeweglich am Schädel. Nasenloch dicht vor den Augenhöhlen. Zähne in Alveolen. Sternum fehlt. Einköpfige Rippen. Verknöcherungen der Bauchwand. Haut nackt.

Mesozoische Zeit, besonders Lias und oberer Jura.

Plesiosaurus (CONYB.)

Nothosaurus (MÜNSTER.)

VII. Ordnung. Ichthyopterygia — Fischsaurier.

Körper gross, fischartig. Kopf gross, Hals kurz, Rumpf und Schwanz lang. Extremitäten kurz, flossenförmig. Wirbel amphicöl, kurz (120—150).

Querfortsätze kurz. Halsregion nicht scharf geschieden. Kein Sakralwirbel. Schwanzwirbel mit unteren Bogen. Rippen lang, zweiköpfig. Sternum fehlt. Becken nicht mit Wirbelsäule verbunden. Verknöcherung der Bauchwand. Schädel lang, schmal. Schnauze zugespitzt. Prämaxillen sehr lang. Quadratum unbeweglich. Nasenlöcher klein, nahe den sehr grossen Augenhöhlen. Parietalloch. Spitzkegelige Zähne in Furchen der Kiefer. In den Flossen mehrere Reihen zahlreicher Phalangenknochen. Spiralfalte im Darm. Auge mit Sklerotikalring. Haut nackt. Lebendig gebärend. *Mesozoisch, hauptsächlich Lias.*

Ichthyosaurus (König).

VIII. Ordnung. Theromorpha.

Wirbel bikonkav. 2—6 Sakralwirbel. Rippen zweiköpfig. Quadratum unbeweglich. Jugalbogen fehlt. Knochen des Schultergürtels an der Gelenkpfanne unbeweglich verbunden. Zähne in Alveolen. Gebiss in Schneide-, Eck- und Backenzähne differenziert. Gehfüsse.

Theriodontia (Owen). 2—3 Sakralwirbel. Gebiss raubtierartig.

Anomodontia (Owen). 5—6 Sakralwirbel. Fünfzehige Gehfüsse. Zahnlos oder ein einziges Paar mächtiger, zugespitzter Fangzähne. Prämaxillen verwachsen.

IX. Ordnung. Dinosauria.

Riesen. Hals lang. Schwanz lang, kräftig. Hintere Extremitäten lang. Vorderextremitäten viel kleiner. Sohlen- oder Zehengänger. Wirbel amphicöl oder opisthocöl oder platycöl. 2—9 Sakralwirbel. Rippen zweiköpfig. Sternum unvollständig verknöchert. Clavicula fehlt. Darmbeine kranial verlängert. Schädel klein. Quadratum unbeweglich. Hirn sehr klein. Rückenmark der Sakralregion verbreitert. Sklerotikalring. Zähne in Alveolen. Luftsäcke dringen in die pneumatischen Knochen. Grosse Knochenplatten und Stacheln der Haut. *Mesozoisch.*

I. Unterordnung. Sauropoda.

Plantigrade fünfzehige Füsse. Vorderbeine wenig kürzer als Hinterbeine. Stumpfe Krallen. Schädelachse in Verlängerung der Achse der Wirbelsäule. Prämaxilla bezahnt. Löffelförmige Zahnkronen. Alveolen Schambein kürzer und breiter als Sitzbein, bilden eine Symphyse.

Atlantosaurus (Marsh).

Morosaurus (Marsh).

II. Unterordnung. Theropoda.

Vorderbeine kürzer als Hinterbeine. 3—5 zehige Hinterfüsse, Zehengänger. Spitze, gekrümmte Klauen. Scham- und Sitzbeine sehr schlank.

Darmbein lang, niedrig. Lange Symphyse. Prämaxilla bezahnt. Spitze Krone. Tiefe Alveolen.

Megalosaurus (BUCKLAND).

Compsognathus (WAGN).

III. Unterordnung. Orthopoda.

Gingen aufrecht auf den meist dreizehigen Hinterbeinen. Vorderbeine sehr kurz. Prämaxilla meist zahnlos. Offene Alveolarrinne der Kiefer. Spatelförmige Krone.

a) Stegosauria (MARSH). Mächtiges Hautskelet. Sohlengänger. Vorderbeine kurz. Stegosaurus (MARSH.).

b) Ceratopsia (MARSH). Lange Hörner auf den Stirnbeinen. Sohlengänger. Vorder- und Hinterbeine fast gleich lang. Hautskelet. Triceratops (MARSH.).

c) Ornithopoda (MARSH). Vorderbeine kürzer. Knochen der Extremitäten hohl. Zehengänger. Kein Hautskelet. Iguanodon (MANT).

X. Ordnung. Pterosauria — Flugechsen.

Kleine Tiere. Grosser Kopf, langer Hals, kleiner Körper. Schädel senkrecht gegen Halswirbel abgeknickt. Starke Halswirbel. Hals- und Rückenwirbel procöl. 3—5 verwachsene Sakralwirbel. Höchstens 15 amphicöle Schwanzwirbel. Zweiköpfige Rippen. Grosses schildförmiges Sternum. Clavicula fehlt. Becken klein. Bauchrippen. Knochen pneumatisch. Hirnschädel gerundet, seine Knochen verschmelzen innig. Schnabel zugespitzt. Breite Augenhöhlen. Quadratum unbeweglich. Sklerotikalring. Der fünfte Finger ein langer Stab, der eine zwischen Rumpf, Vorder-, Hinterbeinen und Schwanz ausgespannte Flughaut stützt. *Lias bis Kreide.*

Rhamphorhynchus (H. VON MEYER).

Pterodactylus (CUV.)

IV. Klasse. Aves — Vögel.[1]

Chorda kleiner schmaler Strang, rasch rückgebildet durch bikonkave Wirbel oder procöle Wirbel mit sattelförmigen Gelenkflächen und Meniscus vertebralis. Zahlreiche Halswirbel. Brust-, Lenden- und Beckenwirbel verwachsen. Schwanz kurz, Rippen in je zwei Stücke gegliedert, Processus uncinati. Sternum

1) Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches, VI. Bd., 4. Abt. Aves von H. Gadow, 1893. — I. A. Naumann, Naturgeschichte der Vögel Deutschlands 1822 bis 1831.

breit mit medianer Crista. Claviculae nicht an Sternum stossend, als Furcula verwachsend. Beckengürtel median offen, Darm- und Sitzbein lang gestreckt mit Wirbelsäule verwachsen, Schambein lang, schmal. Vordere Extremität Flügel, ihre Skeletknochen in der Ruhe Z-förmig zusammengelegt. Hand verkümmert. Hautfalten, von der Schulter zum Handgelenke und vom Rücken zum Oberarm ziehend vergrössern die Fläche der vorderen Extremität. Hintere Extremitäten Gangbeine: Metacarpalia verwachsen, Fusswurzelknochen verschmelzen teils mit Tibia, teils mit den Metacarpalelementen. Muskeln der Extremitäten nur dicht am Rumpfe entfaltet. Schädelknochen rasch verschweisst. Ein unpaarer Gelenkhöcker. Knochen des Palatoquadratbogens beweglich. Schnabel. Hornscheiden des Mundrandes. Zähne selten. Spärliche Drüsen der Mundhöhle. Neben der Nasenmuschel ein Riechhügel. Jacobsonsche Organe fehlen. Choane Längsspalt. Luftröhren lang mit Syrinx. Lungen den Rippen verwachsen, von den Bronchen durchsetzt; Luftsäcke. Speiseröhre mit Kropf, Drüsen- und Muskelmagen; langer Mitteldarm. Paarige Blinddärme. Bursa Fabricii. Herz vollkommen geteilt. Rechter Aortenbogen. Homoiotherm. Hirn mächtig. Augen gross. Federkleid der drüsenarmen Haut. Grosse Schwungfedern des Armes und Steuerfedern des Schwanzes. Bürzeldrüse. Periodische Mauser des Gefieders. Krallen der Zehen. Labyrinthorgan mit grossen Bogengängen, Schnecke. Urniere verliert sekretorische Funktion. Beckenniere lang, von dem kaudalen Lungenrande zum Rektum reichend; Ureter ihrer ventralen Fläche eingebettet. Innere Befruchtung. Grosse Eizellen mit dicken Eiweissschichten und Kalkschale umhüllt, rasch abgelegt, um Körper nicht zu beschweren, werden bebrütet. Embryo mit Amnion und Allantois.

I. Unterklasse. Archaeornithes — Urvögel.

Archaeopteryx lithographica (v. Meyer) Zwei Exemplare im *Solnhofer Schiefer* (*Jura*). Hals- und Brustwirbel scheinen bikonkav. 10 Hals-, 12 Brust-, 2 Lenden-, 6 verwachsene Sakral-, 21 Schwanzwirbel. Feine Rippen ohne Processus uncinati. 12—13 Bauchrippenpaare. Brustbein unbekannt. Furcula vorhanden. Handskelet: drei zarte bekrallte Finger. Zwei Carpalia und drei Metacarpalia, nicht verwachsen. Intertarsalgelenk des Fusses. Knochen solid. Konische Zähne. Zwei Reihen von je 20 Steuerfedern am langen Schwanze.

II. Unterklasse. Neoornithes.

Die letzten 5—6 Schwanzwirbel verwachsen zum Pygostyl. Finger schwach entwickelt. Metacarpalia verwachsen.

I. Abteilung. Ratitae.

Sternum flach ohne Kiel. Clavicula und Coracoid unter stumpfem Winkel mit Scapula verwachsen, niemals Furcula gebildet. Lange Darmbeine des Beckens. Ohne Pygostyl. Vordere Extremität klein. Kräftige Laufbeine. Erste Fusszehe fehlt. Keine Processus uncinati. Kropf fehlt. Reste des Dottersackes dauern am Darme (sog. Coecum vitelli). Blinddärme

gross. Bursa Fabricii sehr gross. Wohl entwickelter Begattungswulst im Proktodäum. Unterer Kehlkopf fehlt. Federn gleichmässig über den Körper verteilt. Schwung- und Steuerfedern nicht auffallend differenziert. Fahnenäste ohne Randhäkchen, deshalb nicht flächenartig geordnet, sondern zerschlissen, herabhängend. Dunen fehlen dem erwachsenen Tiere. Ohne Raine. Ohne Bürzeldrüse. Breite abgestumpfte Nagelkrallen.

Familie: Struthionidae.

Schnabel kurz, breit. Kopf und Hals nackt. Clavicula fehlt. Becken geschlossen durch mediane Symphyse der Schambeine. Beine lang, nackt, nur 3. und 4. Zehe des Fusses. Stumpfe Krallen. Drüsenmagen grösser als der dicke Muskelmagen. Dickdarm länger als Dünndarm. Blinddärme fehlen. Penis nicht ausstülpbar. Syrinx ohne Muskeln und Steg. Federn ohne Afterschaft. 1 Art.

Struthio camelus (L.) — afrikanischer Strauss. *Afrika, Westasien.*

Familie: Rheidae.

Kopf und Hals teilweise befiedert. Drei Zehen. Clavicula fehlt. Dickwandiger Muskelmagen. Penis wird ausgestülpt und durch ein elastisches Band wieder zurückgezogen. Syrinx. 3 Arten.

Rhea americana (LATH.) — Nandu. *Südamerika.*

Familie: Casuariiformes.

Hals kurz. Beine niedrig. Drei vorgestellte Zehen. Clavicula schwach. Kleine Processus uncinati. Ganz seichter Kropf. Grosser Drüsenmagen. Sehr kleiner Muskelmagen. Blinddärme sehr klein. Syrinx fehlt. Flügel- und Schwanzfedern klein. Afterschaft ebenso gross wie Feder. 8 Arten.

Casuarius galeatus. (VIEILL.) — Helmkasuar.

Familie: Apterygiformes.

Von Huhngrösse. Hals kurz. Niedrige, kräftige Beine. Vier Zehen. Clavicula fehlt. Flügelstummel. Flügel- und Schwanzfedern klein. Schnabel lang dünn. Nasenlöcher an Schnabelspitze. Augen sehr klein. Pecten fehlt. Nur Schädelknochen pneumatisch. 2 Arten.

Apteryx australis (SHAW.) — Kiwi. *Neuseeland.*

Familie: Dinornithidae.

Schnabel hoch gewölbt. Skelet der vorderen Extremität sehr rückgebildet. Coracoid schwach. Dicke Beine. Vorgerichtete Zehen.

Dinornis giganteus (OW.) — Moa. Fossil.

II. Abteilung. Neornithes Odontolcae.

Marine fluglose Vögel der Kreidezeit. Sternum ohne Crista. Zähne in Rinnen.

Familie: Hesperornithes.

Sattelförmige Gelenkflächen der Wirbel. Deutliche Knochennähte des Schädels. Lange Prämaxilla ohne Zähne. Vordere Extremität sehr schwach. Ruderfüsse. *Mittlere Kreide. Nordamerika.*

Hesperornis regalis (Marsh).

III. Abteilung. Neornithes Carinatae.

Sternum mit Kiel. Furcula. Schwung-, Deck-, Dunenfedern.

I. Ordnung. Ichthyornithes.

Wirbel bikonkav. Zähne in Alveolen der Schnabelknochen. Kleines Hirn. *Mittlere und obere Kreide von Kansas.*

Ichthyornis (Marsh).

II. Ordnung. Podicipediformes.

Füsse weit hinten stehend. Der ganze Tarsus berührt den Boden. Schnabel gerade, spitz. Ohne Kropf. Drüsenmagen weit. Schwanzfedern kurz. Schwerfliegende Taucher.

a) Colymbi. Vorderzehen durch Schwimmhaut verbunden. Hinterzehe klein. (Schwimmfuss.) Schnabel lang. Flügel klein. ca. 40 Arten.

Colymbus septentrionalis (L.) — Nordseetaucher. *Nördliche Meere.*

b) Podicipedes. Erste Zehe rückwärts gerichtet. Breiter Hautsaum aller vier Zehen (Spaltschwimmfuss). Muskelmagen dünn, weit. ca. 25 Arten.

Podiceps cristatus (Lath.) — Haubensteissfuss. *Nördliches Europa.*

III. Ordnung. Impennes s. Sphenisciformes.

Vorderextremitäten wirken als Ruder und sind nur im Schultergelenk beweglich. Füsse weit nach hinten gerückt, plantigrad. Alle Zehen vorgerichtet, nicht frei, durch Schwimmhaut verbunden. Die Tarsometatarsalia II, III, IV unvollständig verschmolzen. Federn nicht in Fluren. Steife Kiele und schwache Fahne der zahlreichen Schwanzfedern. Die Federn der Vorderextremitäten kurz, schuppenartig. Schnabel keilförmig. Ohne Kropf. Drüsenmagen grösser als Muskelmagen. Blinddärme sehr kurz. Luftröhre durch Scheidewand geteilt. ca. 20 Arten.

Aptenodytes patagonica (Forst.) — Riesenpinguin. *Antarktische Inseln.*

IV. Ordnung. Procellariiformes.

Gut fliegende Meervögel. Digitigrad. Hinterzehe nach hinten gerichtet, klein oder fehlend. Ganze Schwimmhaut der drei Vorderzehen. Schnabel gerade, tief gefurcht, hakige Spitze. Nasenlöcher auf zwei Ring-

wülsten. Zunge schwach. Kropf fehlt. Drüsenmagen grösser als Muskelmagen. Kurze Blinddärme. Afterschaft der Feder fehlt. Blindgeborene Nesthocker. ca. 100 Arten.

Diomedea exulans (L.) — Albatross. *Tropische Meere.*

Procellaria pelagica (L.) — Sturmschwalbe. *Kosmopolit.*

V. Ordnung. Palamedeiformes.

Schnabel zugespitzt, komprimiert, mit sehr schwachen aber zahlreichen Hornlamellen. Processus uncinati fehlen. Luftsäcke reich entfaltet. 3 Arten.

Chauna chavaria (Illig.) — Chaja. *Südamerika.* Beine hoch, lange Zehen, nur am Grunde durch schmalen Saum verbunden. Flügel mit zwei dornigen Krallen. Zwischen dem Drüsenmagen und dem schwachen Muskelmagen eine kropfartige Erweiterung.

VI. Ordnung. Anseriformes.

Schnabelhaut weich, empfindlich, nur an Spitze verhornt. Ohne Kropf. Drüsenmagen sehr weit und drüsenreich. Muskelmagen dick. Blinddärme lang. Begattungswulst häutig, röhrenförmig im Proktodäum (bei ♂ und ♀) ausstülpbar.

Familie: Anseres s. Lamellirostres.

Ganze Schwimmhäute der Vorderzehen. Hinterzehe kurz, höher gestellt. Quere zahnähnliche Hornfalten am Schnabelrande. Hornnagel der Schnabelspitze. Afterschaft fehlt. 12—24 Steuerfedern. ca. 180 Arten.

Cygnus olor (L.) — Schwan. *Europa.* Schnabel so lang wie Kopf. Hals sehr lang. Beine kurz. Windungen der Luftröhre im Brustbeinkamme.

Anser cinereus (Meyer.) — Wildgans. *Mittel- und Nordeuropa.* Langer Hals. Hohe Beine.

Anas boschas (L.) — Wildente. *Nördl. Lande.* Schnabel flach, breit. Hals kurz.

Mergus merganser (L.) — Grosser Säger. *Nördliche Lande.* Schnabel schmal, Spitze hackig. Rand durch lange Hornlamellen gezähnelt. Blinddärme kurz.

VII. Ordnung. Ciconiiformes.

Familie: Steganopodes.

Grosse Schwimmvögel. Kopf klein. Grosse spitze Flügel. Alle vier Zehen vorgerichtet und von der Schwimmhaut umschlossen (Ruderfuss). Innenzehe gross. Tarsus kurz. Beine bis zum Fersengelenk befiedert. Furcula mit Kiel des Brustbeines verwachsen. Zunge sehr klein. Kein Kropf. Drüsenmagen gross, weit, dick. Muskelmagen dünn. Pylorusgegend abgesetzt. Blinddärme klein, schmal. Enddarm kurz. Bursa Fabricii sehr gross. 12—14 Steuerfedern. Afterschaft klein oder fehlt. Bürzeldrüse voluminös. Blindgeborene Nesthocker. ca. 70 Arten.

Sula bassana (Gray.) — Basstölpel. *Nordeuropa.* Schnabel lang, spitz. Kleiner Kehlsack. Zunge schmal. 18 Halswirbel.

Phalacrocorax carbo (DUMONT.) — Kormoran. *Kosmopolit.* Mundboden dehnbar. 20 Halswirbel.

Tachypetes aquila (VIEILL.) — Fregattvogel. *Tropische Meere.* Läufe bis Zehen befiedert. 15 Halswirbel.

Pelecanus onocrotalus (L.) — Gemeiner Pelikan. *Südosteuropa, Afrika, Asien.* Schnabel lang, breit. Kopf klein. Grosser Kehlsack. Zunge klein. 17 Halswirbel.

Familie: Ardeae.

Grosse Stelzvögel. Langer Hals (15—20 Wirbel). Hinterzehe lang. Schnabel lang, gerade, spitz. Zunge lang. Ohne Kropf. Drüsenmagen weit, dünnwandig. Muskelmagen schwachwandig. Blinddärme klein. Kleiner zungenförmiger Begattungswulst. Syrinx mit zwei Muskeln. Nesthocker. ca. 80 Arten.

Ardea cinerea (L.) — Fischreiher. *Alte Welt.*

Familie: Ciconiae.

Grosse Stelzvögel. Langer Hals (17 Wirbel). Hinterzehe kurz. Schnabel länger als der Kopf, seine Basis nicht abgesetzt. Zunge schwach. Ohne Kropf. Magen dünnwandig. Blinddärme klein. Kleiner zungenförmiger Begattungswulst. Syrinx ohne Muskeln. Nesthocker. ca. 50 Arten.

Ciconia alba (L.) — Weisser Storch. *Europa.*

Ibis religiosa (SAV.) — Heiliger Ibis. *Afrika.* Kopf und Hals nackt. Schnabel dünn, wenig gebogen.

VIII. Ordnung. Accipitres.

Oberschnabel hakig gekrümmt. Erste Zehe kräftig, tief angesetzt. Lange gekrümmte spitze Krallen. Lang gezogener Kropf. Muskelmagen dünn. Leber klein. Rechtes Ovarium oft ansehnlich. Muskeln des Syrinx. Nesthocker.

Familie: Falconidae.

Kopf und Hals gut befiedert. Kurzer Schnabel, bisweilen mit Zahn. ca. 350 Arten.

Aquila imperialis (BECHST.) — Königsadler. *Südosteuropa, Westasien, Nordafrika.*

Buteo vulgaris (BECHST.) — Mäusebussard. *Europa, West-Asien.*

Astur palumbarius (BECHST.) — Hühnerhabicht, *Europa, Asien, Afrika.*

Falco tinnunculus (L.) — Turmfalk. *Europa, Asien, Nord-Afrika.*

Familie: Vulturidae.

Kopf und Hals nackt oder mit kleinen Dunen. ca. 30 Arten.

Vultur fulvus (GM.) — Weissköpfiger Geier. *Afrika und europäische Mittelmeerlande.*

Familie: Gypogeranidae.

Hals lang. Stelzbeine. Kurze Zehen. 1 Art.

Gypogeranus serpentarius (ILLIG.) — Sekretär. *Afrika.*

IX. Ordnung. Charadriiformes.

Gute Flieger. Zwölf Steuerfedern. Zunge kurz, schmal, weich. Kropf selten. Drüsenmagen kleiner als dickwandiger Muskelmagen. Blinddärme so lang als Enddarm. Nestflüchter. ca. 300 Arten.

Charadrius pluvialis (L.) — Goldregenpfeifer. *Europa.* Kopf dick. Hals kurz. Harte Spitze des kurzen Schnabels. Ohne Hinterzehe.

Vanellus cristatus (MEYER.) — Gemeiner Kiebitz. *Europa.* Federhaube des Kopfes.

Machetes pugnax (CUV.) — Kampfschnepfe. *Nördl. u. gemässigte Länder der alten Welt.*

Scolopax rusticola (L.) — Waldschnepfe. *Europa, Nordasien.* Spitze des geraden langen Schnabels weich und nervenreich.

Numenius arquatus (L.) — Grosser Brachvogel. *Nördl. Europa, Asien.* Schnabel sehr lang, abwärts gekrümmt,

Parra jaçana (L.) — Jassana. *Südamerika.* Zehen sehr lang. Dorne am Handgelenk. Schwanzfedern kurz.

Familie: Laridae.

Zart gebaute Schwimmvögel. Hals kurz, Flügel spitz. Schnabelspitze mehr oder minder gekrümmt. Drei Vorderzehen mit ganzer oder ausgeschnittener Schwimmhaut. Hinterzehe sehr kurz, Muskelmagen viereckig, nicht stark. Blinddärme klein.

Larus ridibundus (L.) — Lachmöve. *Mittel- und südeuropäische Küsten.* Schnabelspitze gekrümmt. Schwanz gerade.

Sterna hirundo (L.) — Flussseeschwalbe. *Europa.* Schnabel gerade, spitz, Schwanz gegabelt, Schwimmhaut ausgerandet.

Familie: Alcidae.

Flügel und Schwanz kurz, Schnabel seitlich komprimiert. Vorderzehen mit Schwimmhaut, Hinterzehe fehlt oft, Füsse kurz. Muskelmagen sehr klein, Blinddärme kurz. Nesthocker, teils Nestflüchter. ca. 140 Arten.

Alca torda (L.) — Tordalk. *Nordische Meere.*

X. Ordnung. Gruiformes.

Gruidae. Hals lang, Beine hoch, Zehen kurz, Schnabel lang, spitz.

Grus cinerea (BECHST.) — Gemeiner Kranich. *Nördliche Länder.*

XI. Ordnung. Ralliformes.

Rallidae. Vier lange, getrennte Zehen. Hinterzehe schwach, hoch eingelenkt. 14—15 Halswirbel. Kropf fehlt. Drüsenmagen klein. Muskelmagen stark, klein. ca. 150 Arten.

Rallus aquaticus (L.) — Wasserralle. *Europa, Asien.*

XII. Ordnung. Galliformes.

Vier getrennte kurze Zehen, Hinterzehe etwas höher gestellt. Nägel kurz. Am Kopfe oft nackte Stellen und schwellbare Hautlappen. Flügel kurz, abgerundet. 12—20 Steuerfedern, Konturfedern mit dunigem Afterschaft. Kropf sackartig, drüsenreich. Blinddärme sehr lang. Zungenförmiger Begattungswulst. Nestflüchter.

Familie: Gallidae.

Kämme und Schwelllappen an Kopf und Hals. Grosse Unterschiede des Federkleides beider Geschlechter. Männchen grösser und schöner gefärbt. Brustwirbel verwachsen. Laufknochen mit hornbedecktem Sporn. Muskelmagen kräftig. ca. 400 Arten.

Tetrao urogallus (L.) — Auerhuhn. *Europa*, *Asien*.

Perdix cinerea (Lath.) — Rebhuhn. *Europa*.

Phasianus colchicus (L.) — Fasan. *Westasien*.

Gallus bankiva (Temm.) — Bankivahuhn. *Indien*.

Pavo cristatus (L.) — Pfau. *Ostindien*.

Familie: Megapodiidae.

Hohe Beine, lange Krallen. Werfen Dunenkleid während des Eilebens ab. ca. 20 Arten.

Talegalla Lathami (Gray.) — Buschhuhn. *Neusüdwales*.

Familie: Cracidae.

Crax alector (L.) — Hokko. *Brasilien*.

XIII. Ordnung. Columbiformes.

Armknochen kurz. Niedrige Beine. Spaltfüsse. Flügel zugespitzt. Konturfedern ohne Afterschaft. Schnabel kurz, nur Spitze verhornt, an den Nasenlöchern aufgetrieben. Grosser drüsenreicher Kropf, in paarige Hälften zerfallend. Muskelmagen stark. Blinddärme kurz, nicht funktionierend. Rechtes Ovarium oft ansehnlich. Blindgeborene Nesthocker, erst mit Kropfsekret gefüttert. ca. 400 Arten.

Columba livia (L.) — Felstaube. *Mittelmeerländer*.

Didus ineptus (L.) — Dronte. *Mauritius* (*ausgestorben*). Kräftige Beine, starker Schnabel. Crista sterni fehlt. Fluglos. Schwanz klein.

XIV. Ordnung. Psittaci.

Baumvögel. Kräftige Beine. 2. und 3. Zehe nach vorne, 1. und 4. Zehe nach hinten gerichtet (Kletterfuss). Claviculae nicht zur Furcula verwachsen. Oberschnabel kurz, dick, stark gebogen. Nasalia mit Prämaxillen und Maxillen verwachsen, artikulieren durch Quergelenk an den Frontalia. Unterschnabel kurz, breit abgestutzt. Zunge dick, fleischig. Echter Kropf. Muskelmagen schwach. Keine Blinddärme. Beckennieren medial verschmolzen. Rechtes Ovarium oft ansehnlich. Gefieder lebhaft gefärbt. Afterschaft der

Konturfedern gross. 12 Steuerfedern. Blind und nackt geborene Nesthocker. ca. 450 Arten.

Sittace coerulea (Gm.) Ararauna. *Brasilien.*

Plissolophus molluccensis (Gm.) — Molukkenkakadu. *Molukken.*

Psittacula passerina (Kuhl.) — Sperlingspapagei. *Brasilien.*

XV. Ordnung. Cuculiformes.

Baumvögel, Kletterfüsse. 8—10 Steuerfedern. Kropf fehlt. Nesthocker.

Cuculus canorus — Kukuk. Legt seine Eier in die Nester von Singvögeln.

XVI. Ordnung. Coraciiformes.

Baumvögel. Blindgeborene Nesthocker.

Familie: Coraciae.

Coracias garrula (L.) — Mandelkrähe. *Europa, Westasien, Nordafrika.*

Alcedo ispida (L.) — Eisvogel. *Europa.* Dichtes Dunenkleid. Zehen teilweise verwachsen. Drüsenmagen klein. Blinddärme klein.

Merops apiaster (L.) — Bienenfresser. *Südeuropa.*

Buceros rhinoceros (L.) — Nashornvogel. *Java, Sumatra.* Schnabel lang, dick, gebogen.

Upupa epops (L.) — Wiedehopf. *Europa, Nordafrika, Westasien.*

Familie: Striges.

Raubvögel. Kopf gross, Schnabel kurz, hakig gebogen. Erste Zehe lang, tief angesetzt. Vierte Zehe nach hinten wendbar. Hirnschädel breit. Unechter Kropf. Drüsenmagen kleiner als dünnwandiger Muskelmagen. Leber klein, Blinddärme wohl entwickelt. Syrinx einfach. Augen gross, nach vorne gerichtet, von einem Kranze steifer Federn umstellt. Pecten klein, faltenarm. Konturfedern ohne Afterschaft. Gefieder weich, dunkel. Fuss und Zehen befiedert. 12 Steuerfedern. Nesthocker. ca. 200 Arten.

Strix aluco (L.) — Waldkauz. *Europa.* Lauf lang. Federkranz (Schleier) um Augen.

Bubo maximus (Sibb.) — Uhu. *Europa, Asien.* Lauf kurz. Schleier unvollständig. Grosse Ohrbüschel.

Familie: Caprimulgi.

Kopf breit, niedrig. Schnabel sehr kurz. Maul weit. Ohne Kropf. Dünner Muskelmagen. Grosse Blinddärme. Pecten klein, faltenarm. Zehn Steuerfedern. Nesthocker mit dichtem Dunenkleid. Circa 80 Arten.

Caprimulgus europaeus (L.) — Nachtschwalbe. *Europa, Nordamerika, Westasien.*

Familie: Cypseli.

Schnabel kurz, niedrig. Maul sehr gross. Blinddärme fehlen. Flügel lang, Füsse sehr klein. Vier Zehen kurz und stark, nach vorne gerichtet

mit scharfen Krallen (Klammerfuss). Bürzeldrüse nackt. Blind und nackt geborene Nesthocker. Circa 70 Arten.

Cypselus apus (ILLIG.) — Mauerschwalbe. *Europa.*

Familie: Trochilidae, Colibris.

Schnabel lang, dünn. Zunge lang mit röhrig eingerollter Horndecke. Kropf unbedeutend. Ohne Blinddärme. Flügel lang. Prachtvolle Metallfarben des männlichen Gefieders. Circa 450 Arten.

Familie: Pici.

Echte Kletterfüsse. Ohne Kropf. Muskelmagen ziemlich klein. Ohne Blinddärme. Blind und nackt geborene Nesthocker. Circa 500 Arten.

Picus martius (L.) — Schwarzspecht. *Europa.* Schwanzfedern steif, Schnabel keilförmig lang. Die lange mit Widerhaken besetzte Zunge kann weit vorgeschnellt werden; ihre Hörner krümmen sich über den Schädel bis zur Schnabelwurzel.

Galbula viridis (LATH.) — Jacamar. *Brasilien.*

Rhamphastus toco (L.) — Riesentukan. *Brasilien.* Schnabel ungemein gross, Muskelmagen schwach.

XVII. Ordnung. Passeriformes.

Blindgeborene Nesthocker. Lauf nicht befiedert. Innenzehe nach hinten gerichtet. Nackte Bürzeldrüse. Schlund enge, Kropf selten, Muskelmagen stark, Blinddärme schwach. ca. 6400 Arten.

A. Clamatores.

Pipra aureola (L.). Manakin. *Südamerika.*

Menura superba (DAVIES) — Leierschwanz. *Australien.*

B. Oscines.

Syrinx fein differenziert; meist fünf Muskelpaare an der dorsalen und ventralen Seite der Bronchialringe des Syrinx inseriert.

Corvus frugilegus (L.) — Saatkrähe. *Europa.*

Oriolus galbula (L.) — Goldamsel. *Süd- und Mitteleuropa.*

Turdus merula (L.) — Amsel. *Europa.*

Hirundo rustica (L.) — Rauchschwalbe. *Europa, Asien.*

Motacilla alba (L.) — Bachstelze. *Europa.*

Fringilla coelebs (L.) — Buchfink. *Europa, Nordafrika.*

Sturnus vulgaris (L.) — Staar. *Europa.*

Alauda arvensis (L.) — Feldlerche. *Europa, Nordafrika.*

Parus coeruleus (L.) — Blaumeise. *Europa.*

Lanius excubitor (L.) — Grosser Würger. *Europa.*

V. Klasse. Mammalia — Säugetiere.

Chorda rasch schwindend. Flache Grenzflächen der Wirbelkörper. Intervertebrale Bandscheiben. Sieben Halswirbel. Hohe Dornen der Brustwirbel. Brustbein schmal. Wahre und falsche Rippen. Kreuzbein. Coracoid schwach. Schlüsselbein verschieden. Geschlossenes Becken. Extremitäten hoch, vertikal gestellt. Radius und Ulna gelenkig verbunden. Ein hakiger Fortsatz der Ulna — Olecranon greift in eine Grube des Humerus. Am Kniegelenke eine Kniescheibe — Patella. Ethmoidalregion des Schädels mächtig. Hintere Stücke des Palatoquadratbogens klein und unbeweglich der Basis verwachsen. Knöcherner Gaumen. Zwei Gelenkhöcker. Mimik der Gesichtsmuskeln. Wurzelzähne in Alveolen der Kieferknochen. Backzähne breit. Milch- und Dauergebiss. Kauen die Nahrung. Kräftige Muskelzunge. Bewegliche Lippen und Backen. Gaumensegel. Kehldeckel. Magen oft gekammert. Kolon des langen Dickdarmes. Blinddarm unpaar, verschieden entfaltet. Urodäum und Proktodäum in zwei Kanäle gespalten. Harnblase muskulös. Netz. Muskulöses Zwerchfell. Grosser Schildknorpel des Kehlkopfes. Verzweigung der Luftröhre in den gelappten Lungen. Herzkammer vollkommen geschieden. Linker Aortenbogen; Homoiotherm. Grosse Hemisphären des Vorderhirnes. Brücke. Cerebellum gefurcht. Augen mit beweglichen Lidern. Ohrmuscheln. Haut mit stark verhornter Epidermis, vielen Schweissdrüsen, Haaren und Talgdrüsen, Gruppen von Tastzellen in den Papillen der Lederhaut. Nägel, Krallen, Hufe der Fingerenden. Milchdrüsen der Bauchhaut. Urniere verliert sekretorische Funktion. Müllersche Gänge verwachsen als Uterus. Getrennte Geschlechtspforte. Hodensack. Penis ventral verschoben. Beckenniere zahlreiche, meist verwachsende Läppchen, strahlige Ordnung der Harnkanälchen, Rinde und Mark. Innere Befruchtung. Kleine Eier im Uterus entwickelt. Amnion und Allantois. Placenta. Säugen die lebendig geborenen Jungen an den Milchdrüsen.

I. Ordnung. Monotremata.

Sehr grosses Coracoid reicht an das Sternum. Am Coracoid hängt das bewegliche Epicoracoid. Dem grossen Episternum die Schlüsselbeine angelagert. Beutelknochen am Becken. Kiefer schnabelförmig verlängert. Zahnanlagen frühe rückgebildet, später entstehen stark verhornende breite Papillen am Kieferrande. Schildknorpel des Kehlkopfes paarig. In die ungeteilte Aftergrube münden Darm und Sinus urogenitalis. Ovarien traubig. Linkes Ovarium grösser. Müllerscher Gang bildet den einfachen Eileiter. Hoden bleiben nahe den Beckennieren liegen und steigen nie herab. Hodensack fehlt. Penis in Seitentasche des Proktodäum. Corpus callosum schwach. Äusseres Ohr fehlt. Sklera knorpelig. Legen dotterreiche, weichschalige Eier. Junge saugen das Drüsensekret in der Mammartasche ohne Zitzen.

Ornithorhynchus paradoxus (Blumb.) — Schnabeltier. *Neusüdwales, Van diemensland.* Entenschnabel ähnliche Hornscheiden der Kiefer. Vier Hornplatten. Dicht behaart. Fünfzehige Füsse mit Schwimmhaut.

Echidna hystrix (Cuv.) — Ameisenigel. *Australien.* Stacheln der Haut. Lange Schnauze. Zunge wurmförmig. Fünfzehige Füsse mit Scharrkrallen. Die Urnierengänge der Weibchen ziehen als Gärtnersche Gänge längs der Müllerschen Gänge und münden in den Sinus urogenitalis.

II. Ordnung. Marsupialia — Beuteltiere.

Das Milchgebiss dauert während des ganzen Lebens, nur 1 **Pm** wird gewechselt. Die Anlagen der übrigen Ersatzzähne werden rückgebildet. Vier Molaren. Zehn Incisiven. Der Unterkieferwinkel medial eingebogen. Coracoid erreicht das Sternum nicht mehr. Episternum mit Sternum und Clavicula verwachsen. Symphyse des Os pubis und ischii. Ein Sakralwirbel. Beutelknochen den Schambeinen aufsitzend. Flache Aftergrube. Die Glans penis gespalten. Hoden kehren während der Brunst in die Leibeshöhle zurück. Scheide paarig. Oft verwachsen die vorderen Enden der Scheiden und bilden einen medianen, kaudal gerichteten Blindsack, während die unteren Teile in henkelartiger Biegung zum Sinus urogenitalis ziehen. Uterus nicht verwachsen. Kleine Eier. Keine Placenta. Kurze Schwangerschaft. Junge saugen lange an 7—14 Zitzenpaaren, die im Brutbeutel stehen oder nur von seitlichen Hautfalten überragt werden. Seit unterm Miocän in Europa ausgestorben.

I. Unterordnung. Rapacia.

$\frac{5-3}{5-3}$ I_d grosse C_d. Magen einfach, Blinddarm klein.

Didelphis virginiana (Shaw.) — Opossum. *Nordamerika.*

Dasyurus ursinus (Geoffr.) — Beutelbär. *Vandiemensland.*

II. Unterordnung. Frugivora.

$\frac{3}{1}$ I_d $\frac{1}{0}$ C_d. I_{inf} meiselförmig. C klein. Zweite und dritte Zehe der Hinterfüsse verbunden, vierte und fünfte stark entwickelt. Magen oft gekammert. Blinddarm lang.

Phalangista vulpina (Desm.) — Fuchskusu. *Neuholland.*

Macropus giganteus (Shaw.) — Riesenkänguruh. *Neusüdwales.*

Phascolomys wombat (Pér. et Les.) — Wombat. *Neuholland.*
$\frac{1}{1}$ I_d $\frac{0}{0}$ C_d. Backzähne prismatisch.

III. Ordnung. Edentata — Bruta.

Die Zahnleiste wird oft rückgebildet, ehe die Zähne gross geworden sind. Die Ersatzkeime brechen nie durch; die durchbrechenden Milchzähne sind schmelz- und wurzellos. Krallen sichelförmig, komprimiert. 3—9 Sakralwirbel. Clavicula stark.

Familie: Vermilinguia.

Schädel lang gestreckt. Mund eng. Zunge wurmförmig. Zahnlos.

Myrmecophaga jubata (L.) — Ameisenbär. *Südamerika.* Dichter Pelz.

Manis longicandata (Shaw.) — Schuppentier. *Westküste von Afrika.* Haut bildet Reihen von Hornschuppen.

Familie: Cingulata.

Rückenhaut bildet in beweglichen Querreihen geordnete Panzerplatten. Schnauze spitz. Zunge nicht vorstreckbar. Zähne konisch.

Dasypus gigas (Cuv.) — Riesengürteltier. *Südamerika.*
Glyptodon fossil. *Brasilien.*

Familie: Bradypoda.

Kopf rund, affenähnlich. Vordere Extremitäten sehr lang. Schwanz kurz. Dichter Pelz. Eck- und Backzähne. Zwei Zitzen.

Bradypus tridactylus (Wied.) — Ai. *Brasilien.* 9 Halswirbel.

Megatheridae Riesenfaultiere, *fossil. Diluvium* in *Nord- und Südamerika.*

IV. Ordnung. Cetacea — Wale.

Kopf unbeweglich am Rumpfe. Sieben sehr kurze Halswirbel. Wirbelsäule nicht gebogen. Vordere Extremitäten Ruderplatten, balancieren das Gleichgewicht. Hintere Extremitäten fehlen. Ileum schwach. Clavicula schwach. Horizontale Schwanzflosse ohne Knochenstützen, häufig Rückenflosse. Starke Schwanzmuskeln treiben den riesigen Körper durch die Fluten. Haut ohne Drüsen; spärliche Haare schwinden. Speck im Unterhautbindegewebe. Ohrmuschel fehlt. Nasenlöcher oft auf Stirn verschoben. Die drei Drüsenpaare der Mundhöhle fehlen. Hoden nahe der Niere liegend.

I. Unterordnung. Sirenia.

Kopf vom Rumpfe abgesetzt. Spärlich behaarte Haut. Flossenartige Vorderextremität, im Ellenbogengelenk beweglich. Nasenlöcher vorne an der Schnauzenspitze. Ein brustständiges Zitzenpaar. Breite Krone der Backzähne.

Halicore Dugong (Quoy et Gaim.) — Dugong. *Indischer Ocean.*

II. Unterordnung. Natantia carnivora.

Kopf nicht abgesetzt. Haare fallen frühe aus. Vordere Extremität nur im Oberarmgelenke drehbar. Nasenlöcher auf die Stirne verschoben. Die Arytänoidknorpel und Epiglottis bilden eine lange Röhre, welche in die Nasenhöhle einragt. Augen klein. Sklera und Muskeln stark. Sackartige Erweiterung der Aorta und Lungenarterie. Ein Zitzenpaar nahe der Geschlechtspforte.

a) Denticetae. Die Milchzahnkeime zerfallen in viele kegelförmige Zähne.

Delphinus delphis (L.) — Delphin. *Nördl. Meere.* Zahlreiche kegelförmige Zähne in beiden Kiefern, jedoch nicht in Prämaxilla.

Monodon monoceros (L.) — Narwal. *Nördl. Meere.* Nur zwei Zähne in Prämaxilla, Linker des ♂ spitzer Stosszahn, rechter verkümmert.

b) Mysticetae. Kopf sehr gross. Milch-Gebiss nicht durchbrechend. Lange verhornte Schleimhautfalten hängen vom Gaumendach in die Mundhöhle. (Barten.) Speiseröhre eng. Viele Magenkammern. Fressen kleine Meertiere.

Balaena mysticetus (Cuv.) — *Grönlandwal. Nördl. atlant. und stiller Ocean.*

Zeuglodontidae fossil. Tertiär.

V. Ordnung. Condylarthra.

Ausgestorben. Fünfzehige Sohlengänger. Erste und fünfte Zehe kürzer und dünner als die anderen. Clavicula fehlt. Ulna und Radius getrennt. Schädel niedrig, langgestreckt. I $\frac{3}{3}$, C $\frac{1}{1}$, P $\frac{4}{4}$, M $\frac{3}{3}$. Höckerige Backzähne. Gehirn klein. Im ältesten Tertiär.

Phenacodus primaevus (COPE.) Periptychus (COPE.)

VI. Ordnung. Perissodactyla.

Treten mit den Zehen auf (5, 4, 3, 1), hauptsächlich dritte Zehe stark. Hufe der Zehen. Clavicula sehr schwach oder fehlt. Symphyse der Scham- und Sitzbeine. Gesichtsregion des Schädels stark entfaltet, besonders die Maxilla mächtig. **Pm** meist komplizierter als **M**. Wurzelzähne oder prismatische Zähne. Blinddarm sehr gross. Indeciduata.

1. Familie: Tapiridae.

Vier Zehen vorne, drei Zehen hinten. Nasenregion in kurzen beweglichen Rüssel verlängert. Jochzähne. I $\frac{3}{3}$, C $\frac{1}{1}$, P $\frac{4}{4}$, M $\frac{3}{3}$.

Tapirus americanus (L.) — Tapir. *Südamerika.*

Lophiodon (CUV.) *fossil. Eocän.*

2. Familie: Rhinocerontidae.

Drei Zehen vorne und hinten. Haut dick, haarlos. In Nasen- und Stirngegend ein oder zwei grosse stark verhornende Höcker. I $\frac{2}{2}$, C $\frac{0}{0}$, P $\frac{4}{4}$, M $\frac{3}{3}$.

Rhinoceros bicornis (L.) — Zweihörniges Nashorn. *Mittelafrika.*

Hyracodon (LEIDY.) *fossil. Untermiocän.*

3. Familie: Equidae.

Die modernen Arten stützen sich nur auf den übermässig grossen dritten Finger. Zweiter und vierter Finger schwach. I $\frac{3}{3}$, C $\frac{1}{1}$, P $\frac{4}{4}$, M $\frac{3}{3}$. Backzähne prismatisch.

Equus caballus (L.) — Pferd. Haarmähne im Nacken. Radius und Ulna verwachsen.

Fossil: Hyracotherium (OWEN), *unteres Eocän.*

Palaeotherium (CUV.). *Eocän, Miocän.*

Macrauchenia (OWEN).

VII. Ordnung. Artiodactyla.

Zehengänger. Hufe. Treten hauptsächlich mit drittem und viertem Finger auf. Clavicula fehlt. Radius und Ulna, Tibia und Fibula verwachsen. Symphyse der Scham- und Sitzbeine. **P** kleiner als **M**. Indeciduata.

I. Unterordnung. Pachydermata.

Haare borstig, auch fehlend. Haut dick mit Fettlagen. Mittel-hand- und fussknochen getrennt. Höckerige Backzähne.

Familie: Suidae.

Rüsselschnauze. Borsten. Zweite und fünfte Zehe verkürzt.

Sus scrofa (L.) — Wildschwein. *Alte Welt.* I $\frac{3}{3}$, C $\frac{1}{1}$ wurzellose Hauer, P $\frac{4}{4}$, M $\frac{3}{3}$.

Familie: Obesa.

Vier Zehen, fast nackt.

Hippopotamus amphibius (L.) — Nilpferd. *Südafrika.*

II. Unterordnung. Ruminantia.

I_{sup} und C_{sup} unscheinbar. I_{inf} und C_{inf} dicht zusammengedrückt. Treten mit dritter und vierter Zehe auf, deren Metacarpal- (tarsal-) stücke verschmelzen. Backzähne mit halbmondförmigen Falten der Kaufläche. Kauen wieder. Magen in drei Kammern: Pansen, Psalter, Labmagen zerfallend, die zwei vorderen mit verhorntem Epithel. Zitzen an den Weichen.

Familie: Camelidae.

Camelus dromedarius (Erhl.) — Dromedar. *Westasien, Afrika.*

I $\frac{1}{3}$, C $\frac{1}{1}$, P $\frac{3}{2}$, M $\frac{3}{3}$. Sohlengänger.

Familie: Devexa.

Camelopardalis giraffa (Schreb.) — Giraffe. *Afrika.*

I $\frac{0}{3}$, C $\frac{0}{1}$, P $\frac{3}{3}$, M $\frac{3}{3}$. Zwei behaarte verknöchernde Zapfen der Stirnhaut. Hals lang.

Familie: Cavicornia.

Haarlose, stark verhornende Zapfen der Stirnhaut, deren Bindegewebskern verknöchert — Hörner — meist in beiden Geschlechtern. Zweite und fünfte Zehe kurze Afterzehen. Prismatische Zähne. Die verhornte Kammer des Magens in zwei Abteilungen zerfallend: Pansen und Haube. Placenta cotyledonalis.

Bos taurus (L.) — Rindvieh.

Ovis aries (L.) — Hausschaf.

Antilope dorcas (Licht.) — Gazelle. *Afrika.*

Familie: Cervida.

Starke verknöcherte Zapfen der Stirnhaut, lang und verzweigt, deren Epidermis abgestreift wird; nur bei Männchen. Periodisch abgeworfen und neu gebildet. I $\frac{0}{3}$, C $\frac{0}{1}$ ($\frac{1}{1}$), P $\frac{3}{3}$, M $\frac{3}{3}$. Niedrige Kronen, starke Wurzeln der Backzähne. Zweite und fünfte Zehe schwach und kurz. Schädel gestreckt. Lange Ethmoidregion. Oberkiefer nicht gross.

Cervus elaphus (L.) — Edelhirsch. *Europa, Asien.*

Fossile Familien:

Familie: Anthracotheridae.

Anthracotherium (Cuv.) *Oligocän.*

Familie: Oreodontidae.

Oreodon (Leidy.). *Miocän.*

Familie: Anoplotheridae.

Anoplotherium. (Cuv.). *Eocän.*

Dichobune (Cuv.) *Eocän.*

Caenotherium (Bravard.). *Eocän und Miocän.*

Xiphodon (Cuv.) *Eocän.*

VIII. Ordnung. Proboscidea.

Grosse Tiere. Füsse mit fünf kurzen Zehen. Kopf kurz und hoch. Grosse Lufthöhlen der Schädelknochen. Nasengegend als Rüssel verlängert. **I** lange Stosszähne. Schlüsselbein fehlt. Zwei brustständige Zitzen. Uterus bicornis.

Familie: Elephantida.

Elephas indicus (Cuv.) — Elephant. *Indien.*

Ein permanent wachsender **I** in der Prämaxilla. Zusammengesetzte wurzellose Backzähne. 3 **P**, 3 **M** funktionieren nie gleichzeitig, sondern brechen erst durch, wenn der vorstehende Zahn dem höchsten Grade der Abnutzung nahe gekommen ist.

Elephas primigenius (Blumenz.) — Mammuth. *Diluvium* (behaart).

Mastodon giganteum (Cuv.) *Diluvium Nordamerika.* **M** hoch, höckerig. **I** $\frac{1}{1}$ klein.

Dinotherium giganteum (Kaup.). *Miocän.* Stosszähne im Unterkiefer. Backzähne nicht sehr gross, lange Wurzeln.

IX. Ordnung. Carnivora.

Raubtiere. **I** klein $\frac{3}{3}$, **C** gross $\frac{1}{1}$, **P** spitz $\frac{4}{4}$, **M** $\frac{3-1}{3-1}$. Der letzte obere Prämolar und der erste untere Molar bilden scharfe spitze, gegeneinander schneidende Höcker (Reisszähne). Krallen der Fingerenden. Clavicula schwach oder fehlt. Drei Sakralwirbel. Uterus bicornis. Zonoplacenta. Deciduata.

Familie: Canidae.

Spitze Schnauze. Zehengänger, stumpfe Krallen. Fünf vordere, vier hintere Zehen. **I** $\frac{3}{3}$, **C** $\frac{1}{1}$, **P** $\frac{4}{4}$, **M** $\frac{3}{3}$.

Canis familiaris (L.) — Haushund.

Familie: Viverridae.

Spitze Schnauze. Zehen- oder Sohlengänger. Schwanz lang. Beine niedrig. Krallen rückziehbar oder fest. **M** $\frac{2}{2-1}$. Stark verhornte Zungenpapillen. Stinkdrüsen der Dammregion.

Viverra Zibetha (L.) — Zibethkatze. *Südasien, China.*

Familie: Ursidae.

Sohlengänger. Je fünf Zehen, Krallen rückziehbar oder fest. P $\frac{4-3}{4-3}$, M $\frac{2}{3-2}$. Reisszahn flach.

Ursus arctos (L.) — Brauner Bär. *Kalte und gemässigte Länder der alten Welt.*

Familie: Mustelidae.

Körper gestreckt, kurzbeinig. Je fünf Zehen, Krallen kurz, spitz oder stumpf. P $\frac{3}{4-3}$, M $\frac{1}{2-1}$.

Mustela martes (L.) — Edelmarder. *Europa.*

Familie: Hyaenidae.

Kopf kurz. Vorderbeine länger. Zehengänger, meist je vier Zehen. Krallen nicht rückziehbar. Hals- und Rückenmähne. P $\frac{4}{3}$, M $\frac{1}{1}$.

Hyaena striata (Zimm.) — Gestreifte Hyäne. *Nordafrika* und *Westasien.*

Familie: Felidae.

Kopf rundlich. Zehengänger. Fünf vordere, vier hintere Zehen. Verhornte Zungenpapillen. Krallen spitz, rückziehbar. P $\frac{3}{2}$, M $\frac{1}{1}$.

Felis leo (L.) — Löwe. *Afrika.*

X. Ordnung. Pinnipedia.

Körper lang, Hals deutlich, Schwanz kurz, konisch. Zehen nicht durch Hautfurchen getrennt, deshalb Hand flossenförmig. Nägel schwach. Clavicula klein. Hinterextremität wagrecht nach hinten gerichtet. I klein $\frac{3-2}{2-1}$ (fallen oft frühe aus), C $\frac{1}{1}$ klein. Backzähne gleichförmig. Zahnwechsel oft vor der Geburt. Haarkleid kurz, dicht. Nasen-, Ohrenöffnungen verschliessbar. Zonoplacenta.

Familie: Phocida.

I $\frac{3-2}{2-1}$, C $\frac{1}{1}$.

Phoca vitulina (L.) — Seehund. *Nördliche Meere bis Mittelmeer.*

XI. Ordnung. Rodentia.

I meisselförmig, prismatisch, gekrümmt $\frac{1}{1}$, C $\frac{0}{0}$, P $\frac{3-0}{3-0}$, M $\frac{3}{3}$. Backzähne höckerig oder prismatisch. Die Alveole des Nagezahnes I überschreitet oft die hintere Grenze der Molarregion. Zahnleiste oft unterbrochen. Mandibulargelenk sagittal. Sohlengänger. Krallen in fünf Zehen. Clavicula schwach. Symphyse der Scham- und Sitzbeine. Drei Sakralwirbel. Magen oft gekammert. Blinddarm meist lang. Hoden während der Brunst in die Bauchhöhle zurückkehrend. Diskoplacenta. Deciduata.

I. Unterordnung. Sciuromorpha.

I $\frac{1}{1}$, P $\frac{2-1}{1}$ M $\frac{3}{3}$.

Sciurus vulgaris (L.) — Eichhörnchen. *Europa, Nordasien.*

Castor fiber (L.) — Biber. *Europa.*

II. Unterordnung. Myomorpha.

I $\frac{1}{1}$, P $\frac{1-0}{1-0}$ M $\frac{3}{3}$.

Mus decumanus (Pall.) — Wanderratte. *Asien, Europa.*

Myodes lemmus (Pall.) — Lemming. *Skandinavien.*

III. Unterordnung. Hystricomorpha.

I $\frac{1}{1}$, P $\frac{1}{1}$, M $\frac{3}{3}$.

Hystrix cristata (L.) — Stachelschwein. *Nordafrika, Südwesteuropa.*

Hydrochoerus capybara (Erxl.) — Wasserschwein. *Südamerika.*

IV. Unterordnung. Lagomorpha.

I $\frac{2}{1}$, vordere I gefurcht. P $\frac{3}{2}$, M $\frac{3}{3}$. Nagezähne breiter als dick.

Lepus timidus (L.) — Feldhase. *Süd-, Mittel-Europa, Westasien.*

XII. Ordnung. Tillodontia.

Ausgestorben. I meisselförmig, gross, permanent wachsend. Sohlengänger. Krallen. Je fünf Zehen. Ulna und Radius nicht drehbar.

Tillotherium (Marsh.) *Eocän. Nordamerika.*

XIII. Ordnung. Insectivora.

C meist kleiner als I. Sohlengänger. Clavicula kräftig. Knochen des Unterschenkels oft verwachsen. Hoden während der Brunst in die Bauchhöhle zurückkehrend. Diskoplacenta. Deciduata.

1. Gruppe. Borsten und Stacheln der Rückenhaut.

Erinaceus europaeus (L.) — Igel. *Europa.*

2. Gruppe. Weich behaart.

Sorex vulgaris (L.) — Waldspitzmaus. *Mittel- und Nordeuropa.*

Talpa europaea (L.) — Maulwurf. *Mitteleuropa, Nordafrika, Nordwestasien.*

XIV. Ordnung. Chiroptera.

Flughaut zwischen der vorderen und hinteren Extremität, Schwanz und den stark verlängerten Fingern. Zähne spitz. Clavicula sehr stark. Metacarpale I kurz, II—V sehr lang. Maul gross. Augen klein. Ohrmuschel gross. Brustständige Zitzen. Hoden während der Brunst in die Bauchhöhle zurückkehrend. Diskoplacenta.

A. Frugivora. Schnauze spitz. Ohren klein, Backzähne stumpfhöckerig.

Pteropus edulis (Geoffr.) — Kalong. *Ostindische Inseln.*

B. Phyllorhina. Nasenlöcher von grossen Hautfransen umsäumt.

Rhinolophus ferrum equinum (Schreb.) — Grosse Hufeisennase. *Mittel- und Südeuropa.*

C. Gymnorhina. Nasenränder glatt.

Vespertilio murinus (Schreb.) — Gemeine Fledermaus. *Europa, Nordafrika, Asien.*

XV. Ordnung. Prosimiae.

Nächtliche Raubtiere. Vordere Extremität kürzer. Erste Zehe (vorne und hinten) kann den übrigen opponiert werden. Nägel, nur II. Zehe hinten trägt eine Kralle. Zwei Sakralwirbel. Clavicula stark. Augenhöhle nicht vollständig, knöchern umwandet. Grosse Augen. Zitzen an Brust oder Bauch. Uterus bicornis. **I** $\frac{2-1}{2-1}$ **C** $\frac{1}{1}$, **P** $\frac{3}{3}$, **M** $\frac{3}{3}$. Backzähne spitzhöckerig.

Familie: Lemuridae.

Alle unteren **I** stehen dicht, die oberen **I** durch mediane Lücke getrennt.

Lemur macaco (L.) — Mohrenmaki. *Madagaskar.*

Familie: Chiromyidae.

$\mathbf{I}_d$ $\frac{2}{2}$, $\mathbf{C}_d$ $\frac{1}{0}$, $\mathbf{P}_d$ $\frac{2}{2}$, **M** $\frac{3}{3}$. — **I** $\frac{1}{1}$ wurzellos, **C** $\frac{0}{0}$, **P** $\frac{1}{0}$. Finger sehr lang.

Chiromys madagascariensis (Desm.) — Fingertier. *Madagaskar.*

XVI. Ordnung. Simiae.

Erster Finger (vorn und hinten) den übrigen opponierbar. Nägel gewölbt. **I** $\frac{2}{2}$, **C** $\frac{1}{1}$, **P** $\frac{3-2}{3-2}$, **M** $\frac{3}{3}$. Backzähne stumpfhöckerig. Allseitig knöcherne Wand der Augenhöhle. Gesicht kahl. Clavicula stark. Radius und Ulna in gelenkiger Verbindung. Symphyse der Schambeine. Ein Sakralwirbel. Zwei Brustzitzen. Einfacher Uterus. Deciduata.

Familie: Platyrrhina.

Nasenlöcher durch breite Hautbrücke getrennt, seitlich stehend. **P** $\frac{3}{3}$. Greif- oder Wickelschwanz.

Mycetes seniculus (L.) — Roter Brüllaffe. *Südamerika.*

Cebus capucinus (L.) — Kapuzineraffe. *Südamerika.*

Familie: Catarrhina.

Nasenlöcher durch schmale Hautbrücke getrennt, vorwärts schauend. **P** $\frac{2}{2}$, Schwanz niemals als Greifschwanz dienend. Schwielen der Gesässhaut. Backentaschen.

Cercopithecus sabaeus (F. Cuv.) — Grüne Meerkatze. *Ostafrika.*

Inuus cynomolgus (L.) — Gemeiner Makak. *Ostindische Inseln.*

Cynocephalus hamadryas (Wagn.) — Grauer Pavian. *Abessynien.*

Ohne Schwanz und Backentaschen:

Simia satyrus (L.) — Orang-Utan, *Borneo, Sumatra.*

Simia troglodytes (Blumb.) — Schimpanse. *Afrika.*

Homo sapiens (L.) — Mensch. *Die Erde.*

II. Typus.

Arthropoda.

Der Bauplan des Arthropodenkörpers.

Der cylindrische Körper ist durch quere Kerbfurchen der Haut in einen vorderen kapselförmigen Abschnitt — Kopf und viele kleine scheiben-

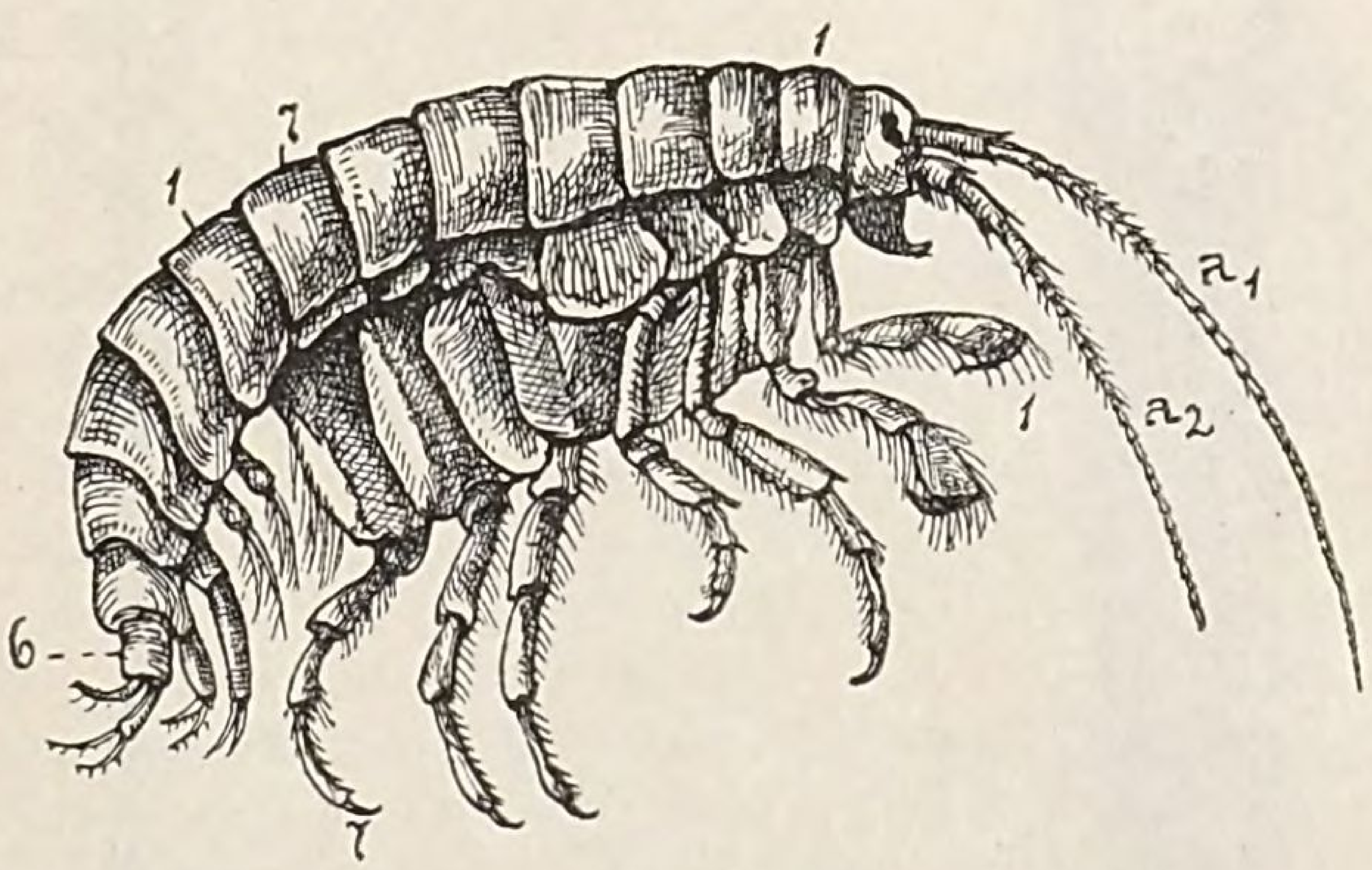


Fig. 99.
Amphitoe Jurini. Nach Milne Edwards.
a_1 I. Antenne, a_2 I. Spaltfuss, 1—7 die Thoraxsegmente samt 7 Fusspaaren, 1—6 die Abdominalsegmente.

förmige Bezirke — Segmente zerfällt (Fig. 99, 100). Er bewahrt in den meisten Fällen sein „gegliedertes" Aussehen, weil die einschichtige Oberhaut — Epidermis (Fig. 101) (auch Hypodermis genannt) eine sackförmige kutikulare Hülle — Exoscelet einer besonderen gegen Säuren und Alkalien ausserordentlich widerstandsfähigen Substanz — Chitin abscheidet. Dieser meist mit Chitinhaaren und Borsten besetzte Chitinpanzer hebt die Körpersegmentierung scharf hervor, indem an der ge-



Fig. 100.
Raupe des Wolfsmilchschwärmers.

wölbten Oberfläche der Segmente sehr dicke Chitinschichten, in den Kerbfurchen hingegen weiche Chitinlagen gebildet werden. Gleich schmiegsamen Gelenkhäuten gewährleisten diese dünnen Chitinzonen die Beweglichkeit der durch sie verknüpften starren Abschnitte des Exoskeletes. Die Körpersegmente sind selten gleichartig geprägt, stets lässt sich der Gegensatz von vorderen dem Kopfe angeschlossenen Brust- — Thoraxsegmenten und hinteren Hinterleibs- — Abdominalsegmenten erkennen (Fig. 99, 116). Lang auswach-

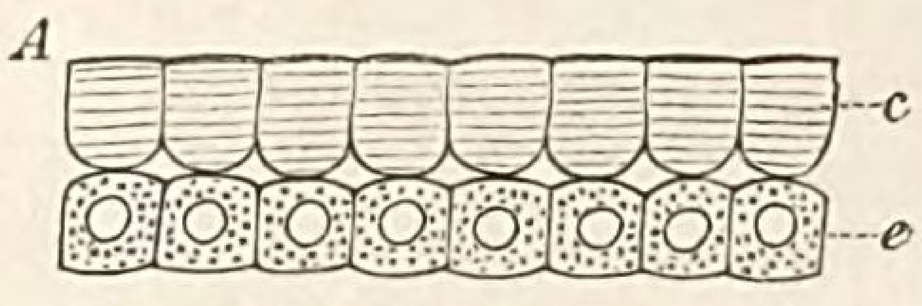


Fig. 101.
Schematischer Schnitt durch die Haut der Arthropoden. Nach Bergh.
c Chitin, *e* Epidermiszellen.

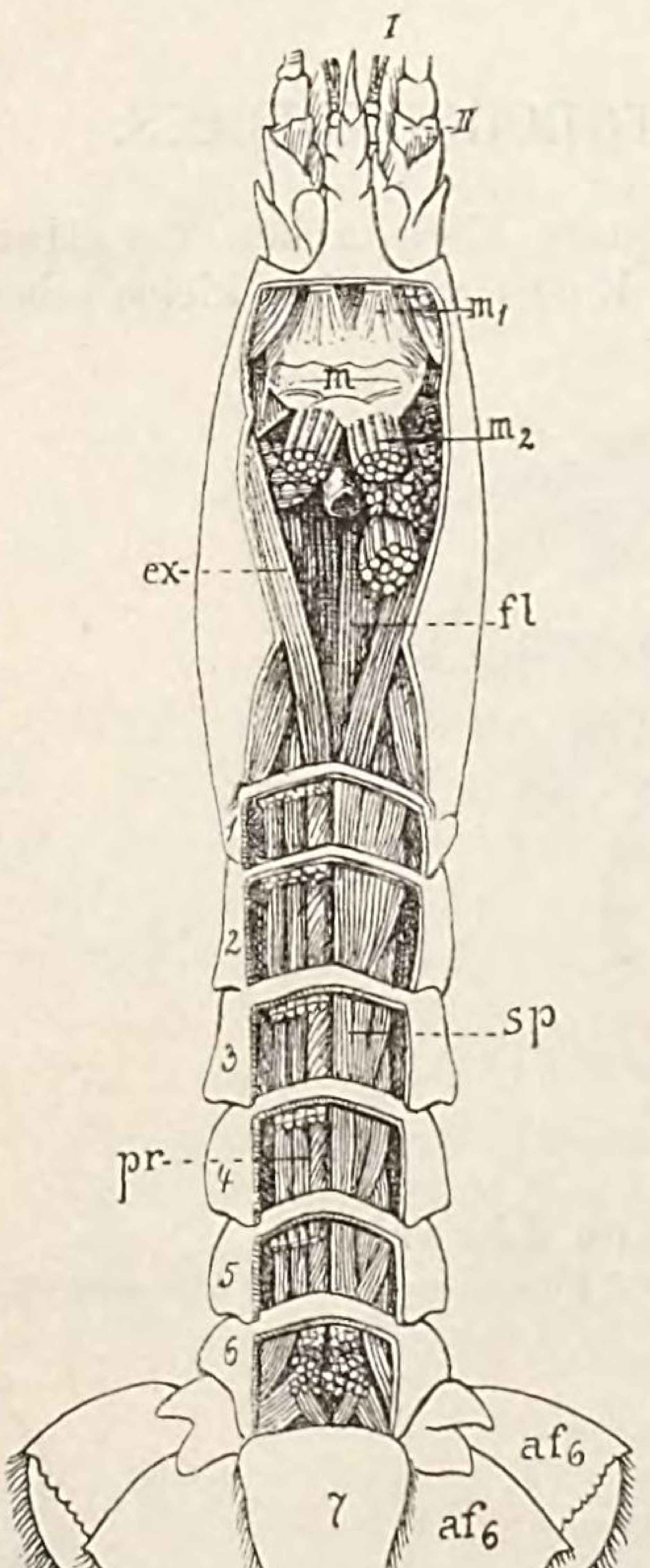


Fig. 102.
Hummer (nach Milne Edwards), die dorsale Körperwand abgetragen, um die dem Chitinskelete anliegenden Muskeln zu zeigen.
af_6 flossenförmiger Fuss des 6. Abdominalsegmentes, *ex* Strecker des Abdomen, *fl* Beuger des Abdomen, *m* Magen, m_1 vordere, m_2 hintere Magenmuskeln. Im Abdomen sind links die tiefen, rechts die oberflächlichen Streckmuskeln freigelegt. *1*—*7* Abdominalsegmente, *I* Antenne, *II* Stumpf des 1. Fusspaares (sog. 2. Antenne).

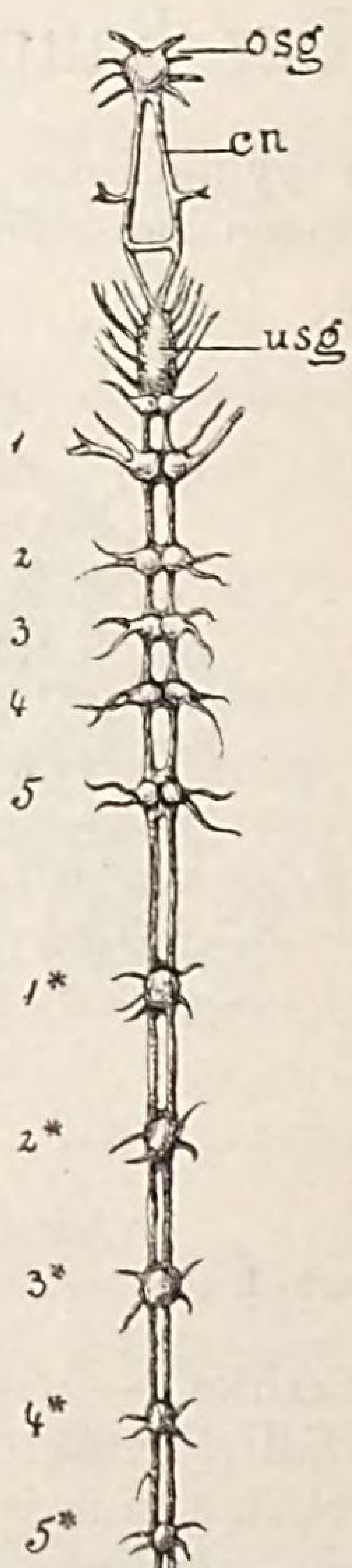


Fig. 103.
Centralnervensystem eines Krebses, Nephrops norwegicus. Nach Bouvier etwas schematisiert.
cn Konnektive der beiden Schlundganglienpaare, *osg* oberes Schlundganglienpaar, *usg* unteres Schlundganglienpaar, *1*—*5* Brustganglienpaare, *1**—*5** Abdominalganglienpaare.

sende Anhänge der Körperwand aller oder einiger Segmente stellen die Beine dar. Sie werden von einer dicken Chitinschichte umhüllt und in ähnlicher Weise, wie der Körper selbst in starre, sehr häufig winkelig gegen einander gebogene Abschnitte — Beinglieder und weiche Verbindungszonen — Gelenkhäute gegliedert. Deshalb sind sie ausserordentlich beweglich und können die verschiedenartigsten Dienste für die Lebensführung der Arthropoden erfüllen. Der Kopf trägt ein vorderes Paar von gegliederten Fäden — Fühler, Antennen.

Das äussere nur infolge seiner feinen Parzellierung bewegliche Panzerskelet wird von quergestreiften Muskeln belebt, welche unter der Epidermis teils als Längsbündel von Ring zu Ring, teils quer und dorsoventral in jedem Segmente ziehen (Fig. 102).

Die der Epidermis angelagerten Muskelmassen bilden gleichzeitig die Wand der Leibeshöhle. Dieselbe erstreckt sich durch alle Segmente, jedoch nicht als gleich weiter Raum, sondern oft eingeengt durch mächtige Muskellagen der Körperwand oder durchwuchert von Bindegewebszellen.

Am ventralen Boden der Leibeshöhle liegt das Centralnervensystem, über ihm zieht der Darmkanal und über diesem dicht unter der dorsalen Körperwand ist der Herzschlauch befestigt.

Das in der Leibeshöhle ruhende Centralnervensystem (Fig. 103) baut sich aus paarigen Haufen von Ganglienzellen — Ganglienknoten auf, welche in jedem Segmente ventral nahe der Mittelebene liegen und sowohl durch quer verlaufende Nervenstränge — Commissuren direkt mit einander, als durch längs gerichtete Faserbündel — Connektive mit den Ganglienknoten benachbarter Segmente verbunden sind. Diese Anordnung der Ganglienknoten und ihrer Bindearme verleiht dem Nervensystem ein strickleiterförmiges Aussehen. Nur im Kopfe kommen zwei Paare von Ganglienknoten vor, das obere und untere Schlundganglion an der dorsalen und ventralen Fläche des Vorderdarmes.

Der gerade oder gewundene Darm durchzieht die Leibeshöhle, niemals an einem Mesenterium aufgehängt, wie bei den Wirbeltieren. Er gliedert sich in drei Regionen: Vorder-, Mittel-, Enddarm (Fig. 108). Das innere Keimblatt liefert nur einen verhältnismässig kurzen Abschnitt, den Mitteldarm. Der Vorder- und Enddarm wird von der Epidermis gebildet, welche sich an der Mundöffnung des Kopfes und der Afteröffnung des letzten Körpersegmentes grubenartig einsenkt. Diese beiden Hautgruben wachsen später als cylindrische Epithelschläuche in die Leibeshöhle ein, bis sie an das vordere bezw. hintere Ende des Mitteldarms stossen, mit ihm verschmelzen und durchbrechen. Die von der Epidermis stammenden Teile des Darmes sind von einer mehr oder weniger dichten Chitinschichte tapeziert. Drüsige Anhänge des Darmes werden in geringem Grade entwickelt.

Den seitlichen Mundrand umrahmen einige Paare plattenförmiger Anhänge — Mundwerkzeuge, welche in lateral-medialer Richtung (nicht vertikal wie der Unterkiefer der Wirbeltiere) beweglich sind (Fig. 110, 111).

Über dem Darme, dicht unter der dorsalen Körperwand zieht ein kontraktiler Schlauch — Herz durch die meisten Segmente (Fig. 150). Derselbe ist aber nicht mit einem geschlossenen Blutgefässnetze verbunden. Denn Gefässe fehlen fast vollständig und das Blut erfüllt die Leibeshöhle selbst. Das Herz besitzt seitliche Spalten — Ostien mit Klappen und saugt durch dieselben das Blut ein und treibt es aus seinem vorderen Ende

wieder in die Leibeshöhle. Auf solch einfache Weise wird die Blutflüssigkeit der Arthropoden in Strömung gesetzt.

Die Exkretionsorgane sind nach verschiedenem Typus gebildet: als Drüsenschläuche, welche in den Darm oder an der Haut münden.

Die Geschlechtsorgane hängen als Büschel von Ei oder Samen bildenden Epithelschläuchen an paarigen Ausführgängen, welche an der Ventralseite des Körpers paarig oder unpaar münden (Fig. 114 u. 115).

Sehorgane der Arthropoden entstehen als scheibenförmige durchsichtige Verdickungen der Epidermis des Kopfes. Die lichtempfindlichen Stäbchenepithelzellen differenzieren sich direkt in der Epidermisschichte und das Gewebe des Centralnervensystemes beteiligt sich nicht an der Ausbildung des lichtpercipierenden Apparates, wie es bei den Wirbeltieren der Fall ist (Augenblasen pag. 80). Auch fehlen alle Einrichtungen der Accomodation, um das Sehorgan rasch für ferne und nahe Gegenstände einzustellen. Man unter-

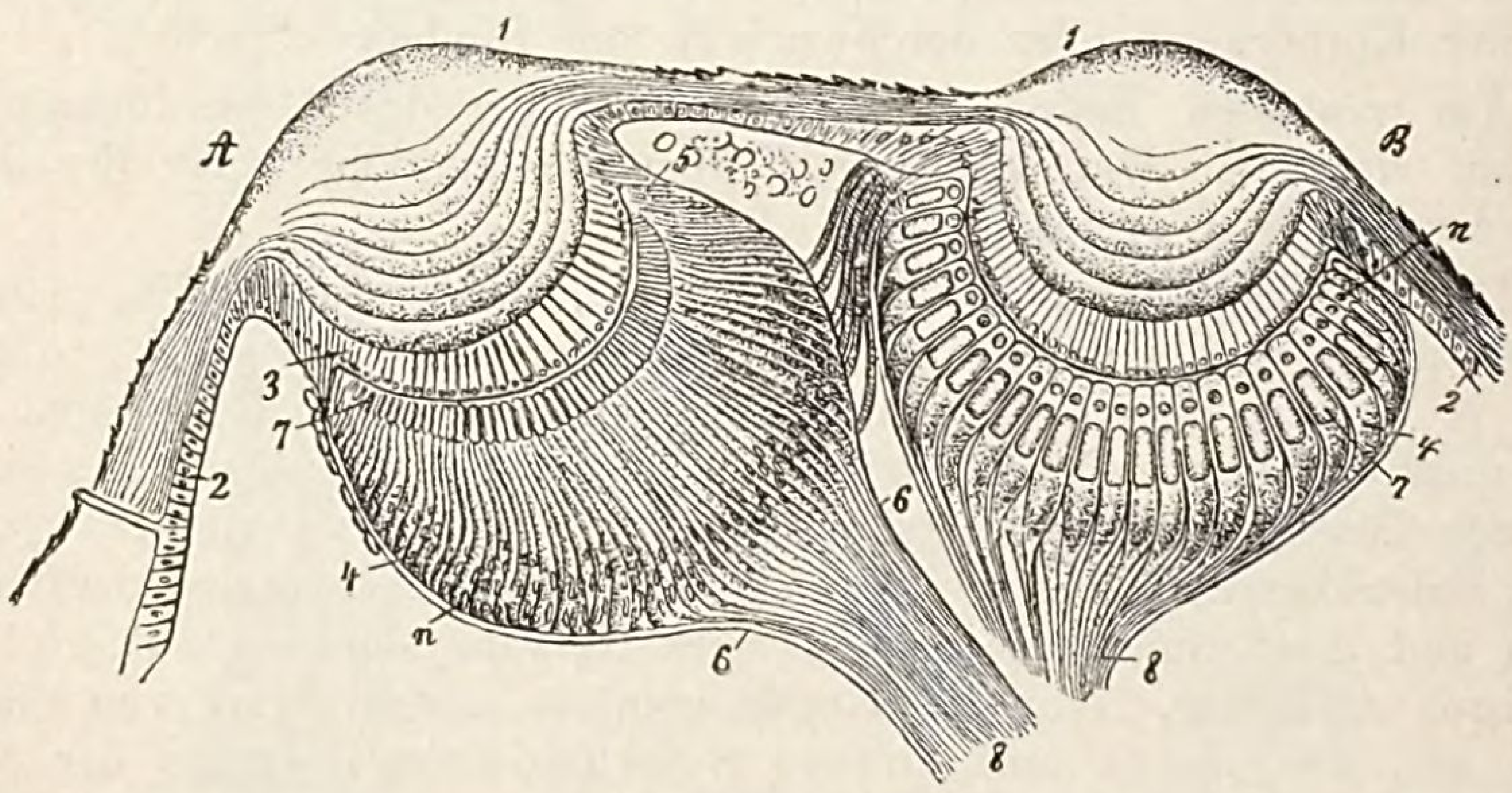


Fig. 104.
Schnitt durch das vordere (*A*) und hintere (*B*) Medianauge einer Kreuzspinne. Nach Grenacher.

1 Chitinlinse, 2 Epidermis der Körperwand, 3 Epithel, welches die Chitinlinse abschneidet, 4 Schicht der epithelialen Retinazellen, 5 Basalmembran des Linsen bildenden Epithels, 6 Basalmembran der Retinazellen, 7 Stäbchen, 8 Nervenfasern, *n* Kerne der Retinazellen.

scheidet einfache Cameraaugen — Punktaugen und zusammengesetzte Augen — Facettenaugen. Viele Arthropoden sind mit beiderlei Augen begabt.

Das Punktauge — Stemma entsteht als einschichtiger oder doppelschichtiger Zellhaufen und entwickelt sich in der Weise, dass ein Teil der radial gestellten Zellen — Retinazellen auf der peripheren Oberfläche chitinöse Stäbchen abscheiden, während zu ihrer Basis je eine Nervenfaser strahlt. Ist das Punktauge ein einschichtiger Zellhaufen, so werden nur die tiefen Zellen zu Retinazellen, die Zellen der seitlichen Zone aber springen gegen die Achse des Punktauges vor, die Retinazellen überdeckend. Nach aussen scheiden sie eine gewölbte durchsichtige Chitinlage — Linse ab. Ist das Punktauge ein doppelschichtiger Zellhaufen, so zieht das periphere einschichtige Epithel über die Retinazellen hinweg (Fig. 104) und scheidet nach aussen eine durchsichtige Chitinlinse ab.

Die paarigen Facettenaugen treten später als die Punktaugen auf und charakterisieren vielfach die Periode der Geschlechtsreife. Sie entstehen

als umfangreiche Verdickungen (Fig. 110) der mehrschichtig wuchernden Epidermis oberhalb der oberen Schlundganglien, von welch letzteren sich ein Bezirk als Sehganglion — Ganglion opticum abgliedert und in innige Beziehung zum Auge tritt.

Die Epidermisscheibe differenziert sich in eine bedeutende Anzahl (100 bis 20000) von kleinen cylindrischen Zellgruppen — Einzelauge, Ommatidium (Fig. 105). In der oberflächlichen Lage gruppieren sich immer je vier pyramidenförmige Zellen — Krystallkegelzellen und scheiden eine gewölbte Chitinplatte — Corneafacette aus. In der unteren Schichte umlagern 5—6 langgestreckte Zellen — Randzellen eine axiale Zelle oder Stäbchen — Rhabdom (die ganze Gruppe heisst Retinula). Die zwischen den Zellgruppen liegenden Zellen werden pigmentreich — Pigmentzellen. Diese Augen sehen scharf in der Nähe, undeutlich in die Ferne.

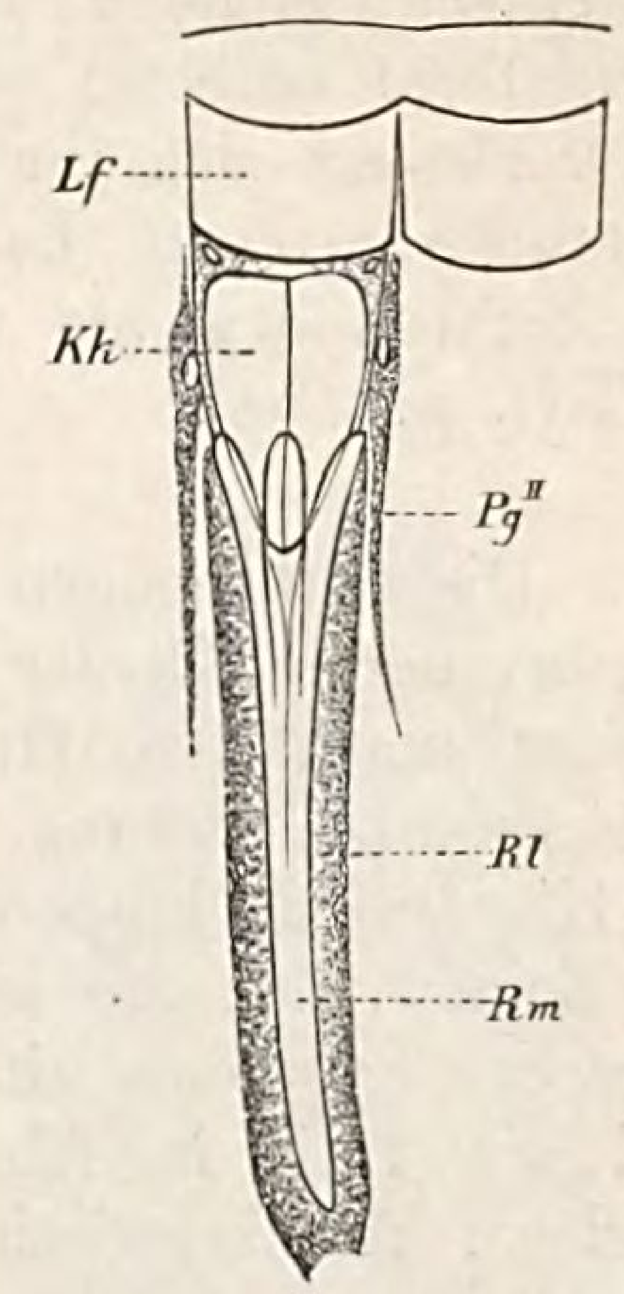


Fig. 105.
Schnitt durch das Einzelauge des Facettenauges einer Schabe. Nach Grenacher.
Kk Krystallkegel, *Lf* Corneafacette, *Pg*II Pigmentzelle, *Rl* Retinula, *Rm* Rhabdom.

Andere Sinnesorgane erscheinen als dünne haarförmig chitinisierende Fortsätze der Epidermis: Tastborsten, Geruchs- und Geschmackskegel (Fig. 106), zu deren Basis oder in deren Achse Nervenfasern treten. Gehörorgane kommen den Insekten zu, Statische Organe, d. h. kleine mit Steinchen gefüllte, offene oder geschlossene Hautsäckchen den Krebsen.

Der Besitz des Exoskeletes hat auffällige Erscheinungen im Gefolge; denn das spröde Abscheidungsprodukt der Epidermiszellen schliesst das langsame unmerkliche Grössenwachstum aus, wie

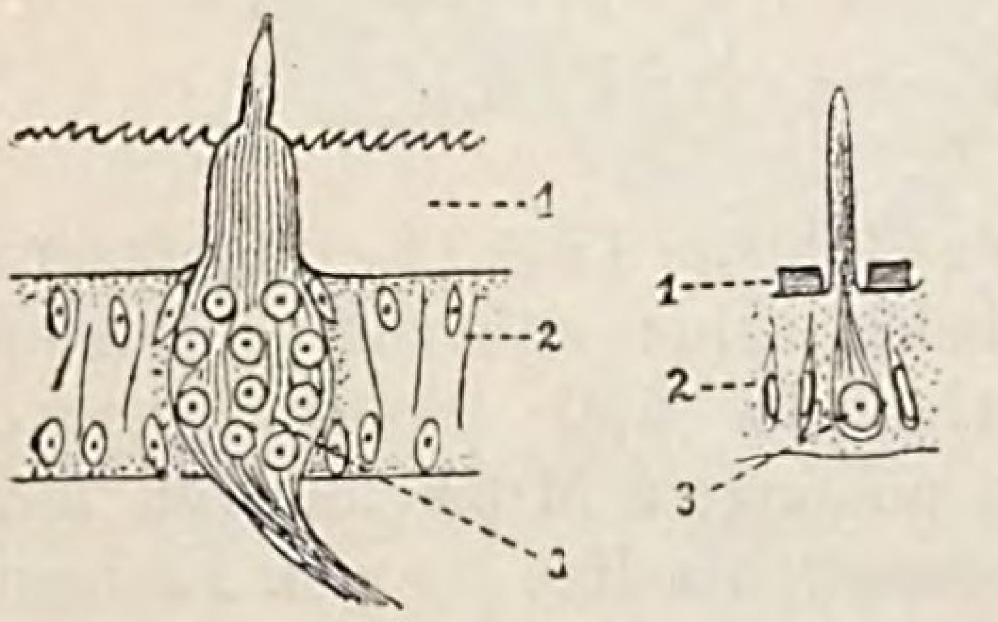


Fig. 106.
Geruchskegel von Arthropoden. Nach O. vom Rath.
1 Chitinschichte, *2* Epidermiszellen, *3* Sinneszellen.

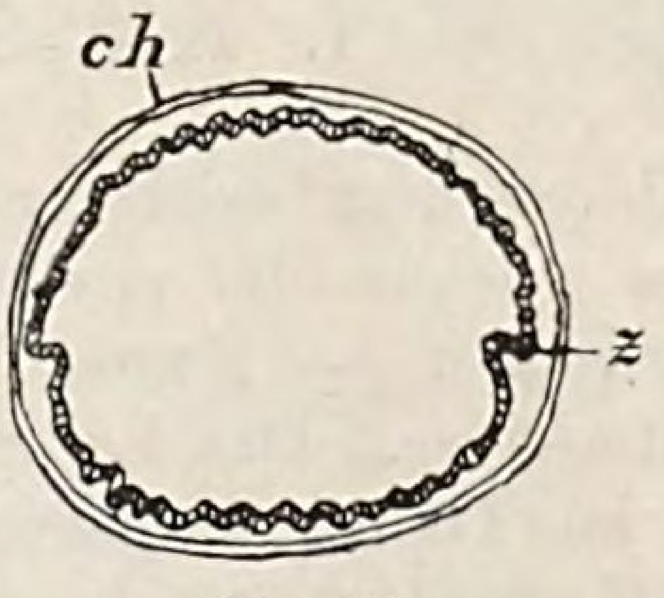


Fig. 107.
Querschnitt durch ein Körpersegment eines Arthropoden vor der Häutung. Nach Graber.
Die Epidermis *z* ist bereits gewuchert und liegt gefaltet unter dem Chitinskelete (*ch*).

es uns von den Wirbeltieren gewohnt ist, da es jeder ausgiebigen Dehnung widersteht, welche die fortschreitende Volumzunahme der wachsenden Körperorgane erheischt. Soll eine ansehnliche Grössenentfaltung des Tieres erfolgen, so muss der Chitinpanzer bersten und abgeworfen werden. Darum wachsen alle Arthropoden in Häutungsperioden. Nach der Häutung kann sich der seiner starren Hülle entledigte Körper auf das seiner Wachstumsintensität entsprechende Grössenmass strecken und hernach einen neuen Chitinpanzer

abscheiden, der in bestimmter Frist wieder abgeworfen wird (Fig. 107). Die Häutungen sind oft von bemerkenswerten Veränderungen der Proportion und Form äusserer wie innerer Körperteile begleitet. Immer sind die jungen dem Eie entschlüpfenden Tiere sowohl in Bezug auf ihre Grösse, wie auf ihre Körperform unfertig — Larven. In wiederholten Häutungsphasen wächst und verändert sich ihr Körper, bis er endlich die Gestalt des geschlechtsreifen Zustandes erreicht hat. Darum erscheint der individuelle Reifungsvorgang der Arthropoden als eine mehr oder minder komplizierte Metamorphose (I. Teil, p. 144).

Die Arthropoden lassen sich wie die Wirbeltiere in zwei grosse Gruppen ordnen, deren Glieder den Gaswechsel des Blutes entweder: Crustacea an Wasser umspülten Hautflächen — Kiemen oder: Tracheata in Luft durchströmten Röhren — Tracheen vollziehen. Bei den Crustacea liegen die Kiemen als lappenartige oder fadenförmige Anhänge der Körperhaut an den Beinen, den am leichtesten beweglichen Anhängen des Leibes: die Chitinringe der Segmente sind geschlossen und starr. Bei den Insekten hingegen wird die Luft in feinen die Leibeshöhle und alle Organe durchsetzenden Tracheen respiratorisch ausgenützt und das Chitinskelet der Segmente ist beweglich, so dass der Leib verengt oder erweitert und Luft der Tracheen ausgepresst oder eingesogen werden kann.

I. GRUPPE. TRACHEATA — LUFTATMENDE ARTHROPODEN.

I. Klasse. Insecta — Kerfe.

Hinter dem scharf abgesetzten Kopfe folgen 13—14 ungleichartige Segmente, welche in zwei Regionen geschieden sind: zunächst 3 Segmente der Brustregion — Pro-, Meso-, Metathorax und 10—11 Segmente des Hinterleibes. Die Leibeshöhle wird von mächtigen Muskelmassen hauptsächlich im Thorax eingeengt und von Bindegewebszellen — den Elementen des sog. Fettkörpers durchwuchert, aber stets ist sie im Abdomen geräumig.

Der entodermale Mitteldarm (Fig. 108) ist kurz, umso bedeutender sind die von der Epidermis gebildeten Darmabschnitte entfaltet: der lange Vorderdarm und Enddarm, welche oft eine starke Chitintapete erhalten. Verdauungsdrüsen des Vorderdarmes wachsen aus der Mundhöhle — hier Pharynx genannt — als 1—3 Paar gelappter Speicheldrüsen und betten sich dem Kopfe oder Thorax ein. Der Enddarm bildet nahe dem After als Verdickungen seiner Wand die Rektaldrüsen. Aus seinem vordern an den Mitteldarm stossenden Ende sprossen lange dünne Epithelschläuche — Malpighische Gefässe, teils das Darmrohr umwindend, teils in die Leibeshöhle ausstrahlend. Ihr Sekret spielt keine Rolle bei der Verdauung; sie scheiden stickstoffhaltige Exkretprodukte aus und entleeren dieselben in das Darmlumen.

Von lateralen Gruben — S t i g m a einiger Thorakal- und der meisten Abdominalsegmente (6—9 Stigmenpaare) wachsen epitheliale Epidermisschläuche, die später mit Luft erfüllten A t e m r ö h r e n — T r a c h e e n in den Körper. Ihre Wandzellen sondern eine zarte Chitintapete ab, auf welcher in engen Schraubengängen eine feine Chitinleiste — S p i r a l f a d e n verläuft, um die

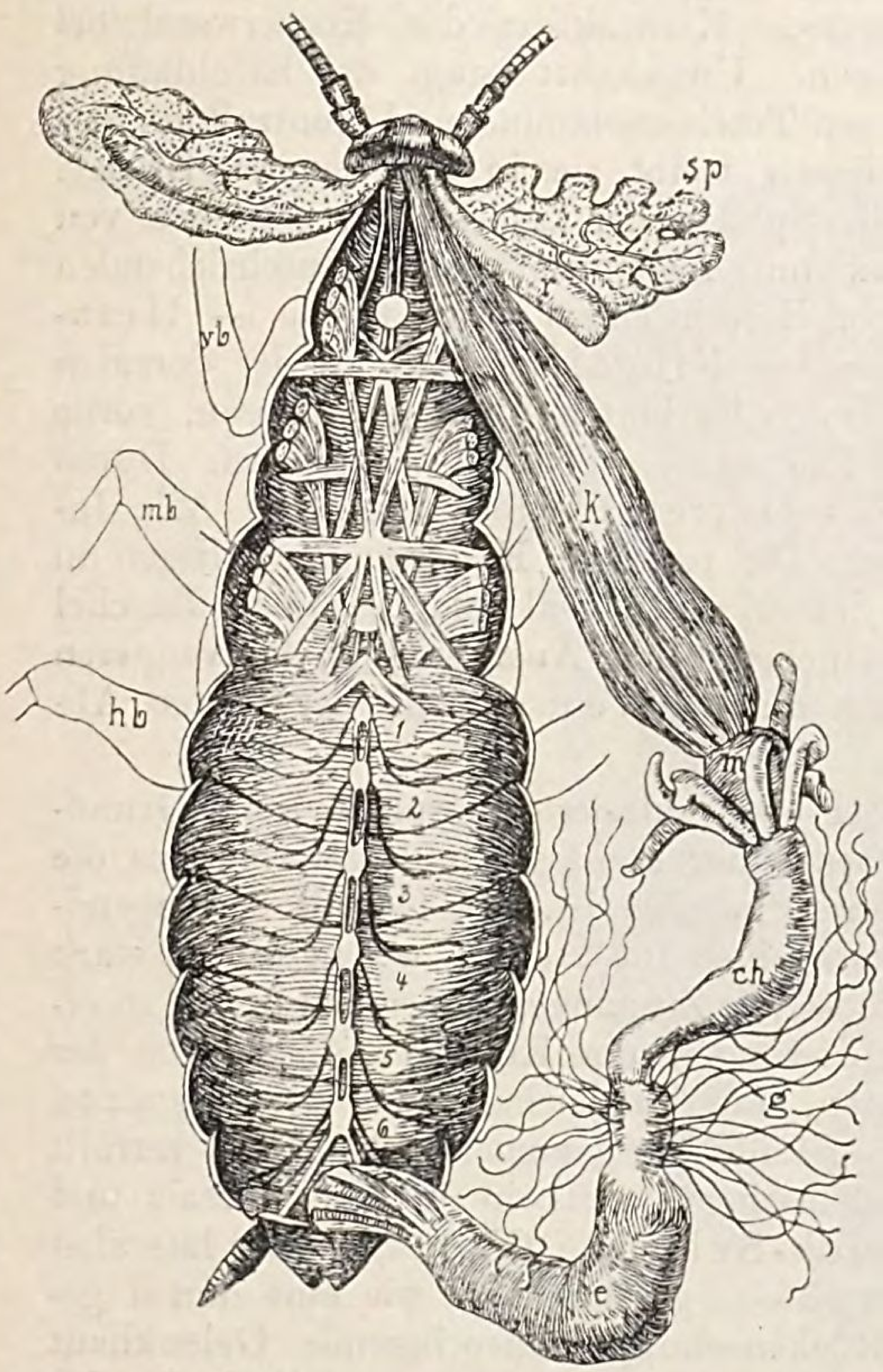


Fig. 108.
Ansicht einer Küchenschabe, deren dorsale Körperwand samt dem Herzschlauche entfernt ist. Nach H a t s c h e k und C o r i. Am Boden der Leibeshöhle zieht die Nervenstrickleiterkette. Der Darm ist nach rechts gezerrt. In den drei Thoraxsegmenten sind einige Muskelgruppen erhalten.

vb, *mb*, *hb* Vorder-, Mittel-, Hinterbein, *ch* Mitteldarm, *e* Enddarm, *g* Malpighische Gefässe, *k* Kropf, *m* Muskelmagen mit Blindschläuchen, *r* Speichelreservoir, *sp* Speicheldrüse, *1—6* abdominale Bauchschuppen.

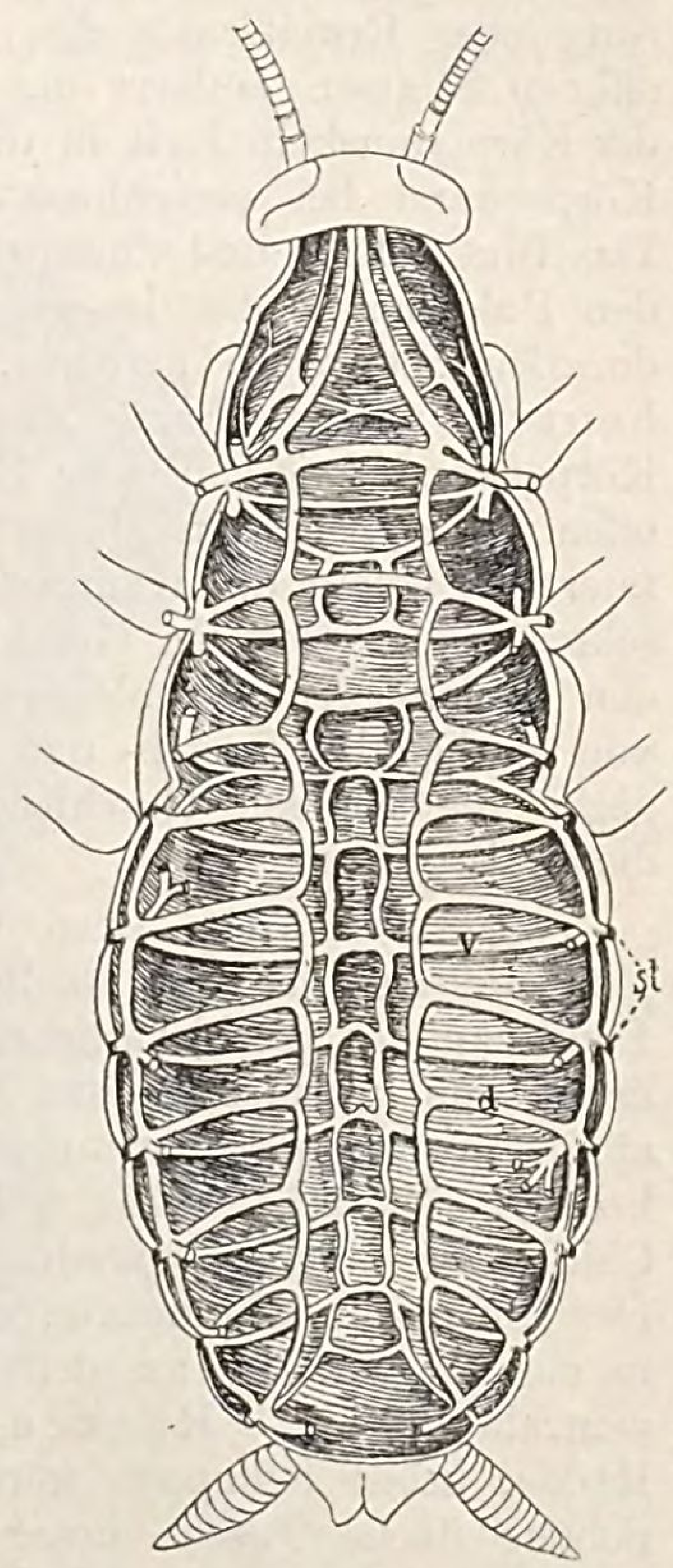


Fig. 109.
Tracheensystem einer Küchenschabe. Nach H a t s c h e k und C o r i.

d dorsale, *v* ventrale Trachea, *st* Stigma.

Elasticität der Wand dieser feinen Luftkanäle zu erhöhen. Durch vielfache Verzweigung in ganz feine Äste gewinnen die Tracheen eine mächtige dem regen Gaswechsel förderliche Atemfläche. Die von den Stigmen jeder Seite eindringenden Queräste verschmelzen oft in je einen grossen Längsstamm. Queranastomosen verbinden diese wieder zu einem leiterartigen Hauptkanalsystem (Fig. 109). Ihm entsprossen dünne reich gegabelte Seitenäste und umspinnen alle Organe der Leibeshöhle gleich Haltebändern. Feine kapillare

Zweige dringen in die Organe selbst ein und bilden feinste die Kapillaren verschiedener Gebiete zusammennestelnde Endnetze. Der Gaswechsel vollzieht sich an allen Stellen des Tracheennnetzes, das allseitig vom Blute umspült ist. Ein Zaun von Haaren und vertikale Falten — Schlussbänder, welche hinter den Stigmen stehen, wehren Staub und Unreinlichkeit der eingesogenen Atemluft ab. Die Ventilation des Tracheennetzes geschieht durch Verengerung oder Erweiterung des Abdomens. Kontraktion der Körperwand bei offenen Stigmen entleert die Tracheen. Umgekehrt saugt die Erschlaffung der Körpermuskeln Luft in die grossen Tracheenstämme und Kontraktion der Körperwand bei verschlossenen Stigmen treibt sie in die feineren Zweige. Das Blut erfüllt und durchströmt die Spalten der Leibeshöhle, getrieben von den Pulsationen des langen Thorax und Abdomen median durchziehenden dorsalen Herzschlauches. Dieser liegt in einem weiten Sacke — Herzbeutel, welchen kurze Muskelpaare — Flügelmuskel an der dorsalen Körperwand fixieren. Der Herzschlauch ist hinten blind geschlossen, vorne offen. Klappenfalten gliedern sein Lumen in segmentale Kammern. Durch laterale Spalten der Kammerwand — Ostien tritt das Blut ein. Alle Insekten sind getrennten Geschlechtes. Die paarigen Keimdrüsen liegen in den vorderen Abdominalsegmenten, lateral und dorsal vom Darme als Büschel von epithelialen Samen- und Eischläuchen. Ihre Ausführgänge konvergieren gegen die mediane Geschlechtsgrube an der Ventralfiäche der letzten Abdominalsegmente.

Fast bei allen Arten wird der eben skizzierte morphologische Grundplan während der individuellen Lebensdauer mannigfach umgeformt, bis die Erfüllung der geschlechtlichen Pflichten möglich ist. Die Gestalt des jugendlichen und geschlechtsreifen Vertreters einer Insektenart weicht oft so stark ab, dass es lange Beobachtung erheischte, die Zusammengehörigkeit beider zu erkennen. Zunächst erhöhen Differenzierungen der Körperwand, die von der Chitinhülle starr festgehalten werden, die Ungleichartigkeit der Segmente. Der kutikulare Chitingürtel aller Segmente (ausgenommen der Kopf) zerfällt in mehrere Stücke, an den Hinterleibsringen stets in je eine dorsale und ventrale Platte — Rücken-, Bauch-Schuppe (Fig. 122). Die lateralen Ränder beider Schuppen werden durch eine geschmeidige wie eine dorsal gerichtete flache Tasche unter die Rückenschuppe einspringende Gelenkhaut beweglich verbunden. Die Chitinhülle der Thoraxsegmente zerfällt in je vier wenig oder gar nicht bewegliche Platten, dorsal: Notum, ventral Sternum, lateral je eine Pleura.

Der Ventralfläche der Thorakal- und Abdominalsegmente entsprossen paarige, Muskeln, Tracheen, Bluträume und Nerven umschliessende Höcker der Körperwand, doch wachsen gewöhnlich nur die 6 thorakalen Knospen zu langen Röhren aus und finden als Bewegungsorgane — Beine Verwendung. Ringfalten sondern die Beine in kleinere Bezirke (Fig. 122): Das kurze Hüftglied — Coxa, den Schenkelring — Trochanter, den Schenkel — Femur, die Schiene — Tibia und fünf Fussglieder — Tarsus (das letzte mit zwei Endkrallen). Alle Stücke chitinisieren stark, werden winkelig gegen einander geknickt und bleiben beweglich, weil die ihre Gliederung anregenden Ringfalten biegsame unter den distalen Rand des nächsten Gliedes einspringende Gelenktaschen bilden. Die Gelenke der Beinglieder gestatten die Bewegung nur in bestimmter Richtung. Die beim Schreiten wichtige Drehung des Beines gegen den Rumpf erfolgt am Hüftgelenk oder am Schenkelringe. Alle übrigen Gelenke sind Charniergelenke

und erlauben nur die (auch bei der Klinge des Taschenmessers verwendete) klappende Bewegung der verbundenen Stücke. Stärker chitinisierte Stellen der Gelenkhäute dienen oft als wahre Gelenkköpfe und Pfannen, während andere Vorsprünge am Rande der Beinglieder die Exkursionen der gelenkenden Stücke sperren. Trotz des einfachen Gelenkmodelles werden die Beine der Insekten den verschiedensten Anforderungen gerecht und erscheinen in bunter Mannigfaltigkeit als Gang-, Lauf-, Raub-, Grab-, Schwimm-

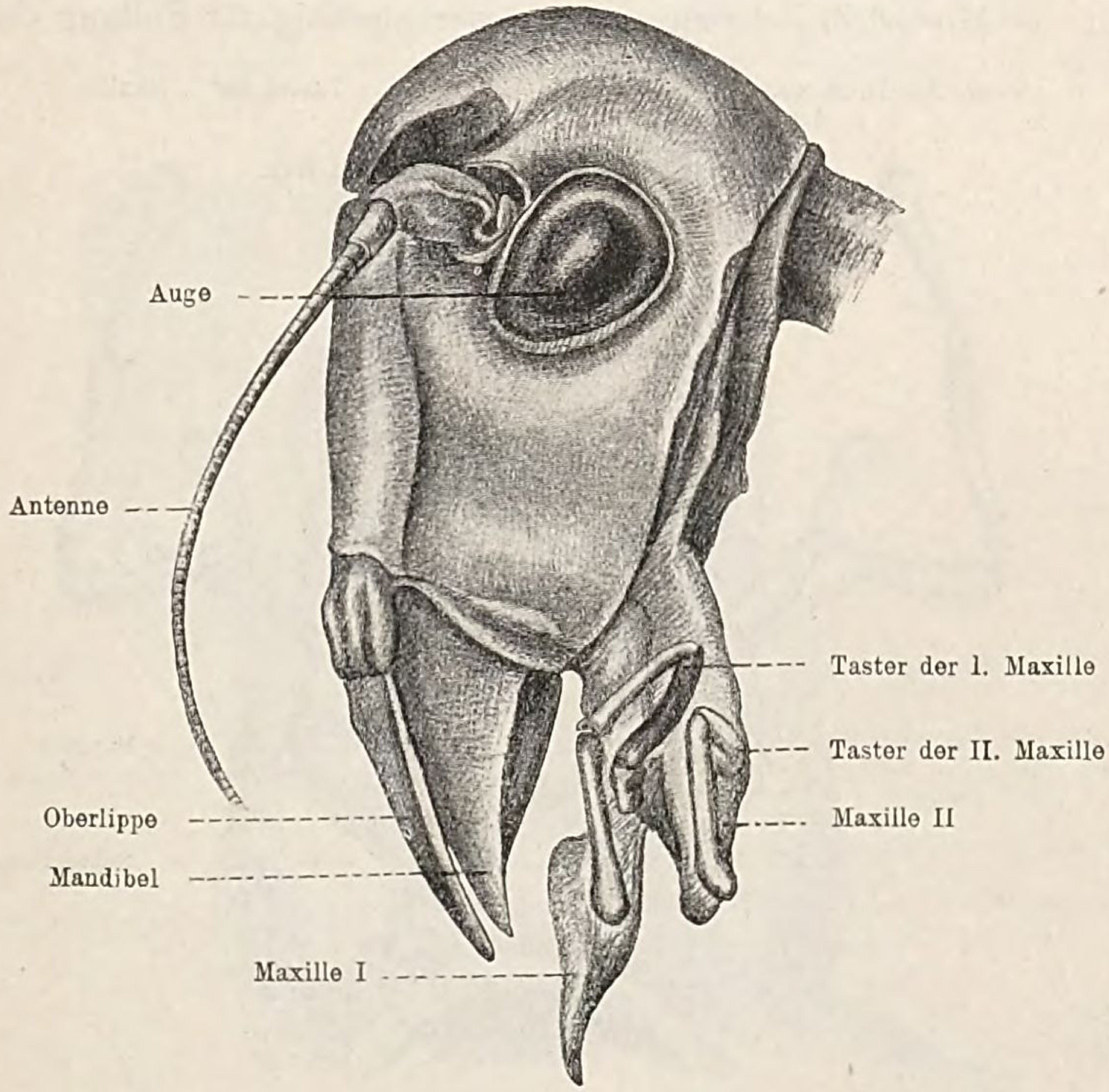


Fig. 110.
Mundwerkzeuge eines Heuschreckenkopfes.
Von der Seite gesehen.

beine. Im allgemeinen sind die vorderen Beine kürzer als die hinteren Paare. Die Beinhöcker der Hinterleibssegmente erlangen meist gar keine funktionelle Bedeutung, sie funktionieren während der Jugendstadien der Schmetterlinge und Blattwespen als sog. Afterfüsse und Nachschieber und bestehen nur ausnahmsweise bis zur Geschlechtsreife (z. B. Campodea). Aus dem Rückenschilde des Meso- und Metathorax wachsen symmetrische flache, von Bluträumen und Tracheen durchflochtene Hautfalten als breite chitinisierende Lamellen — Flügel hervor. Verdickte Leisten — Adern ziehen entsprechend der Tracheenverzweigung eine zierliche Maschenzeichnung über die Flügeloberfläche und versteifen die zarten Anhänge zu wirksamen Flugorganen. Dem Mesothorax sind die meist grossen Vorderflügel, dem Metathorax die meist kleineren Hinterflügel eingelenkt. Die Ausbildung

der Flügelpaare: ob gross oder unbedeutend, ob gleich oder verschieden, ob häutig oder hornig, ob behaart oder nackt bietet bequeme systematische Merkmale dar.

Gewöhnlich werden die drei Körperregionen, Kopf, Thorax, Abdomen durch tiefe Furchen abgesetzt (I. T., p. 70) und die Chitinplatten der Segmente mannigfach modifiziert. Die Segmentstücke des Thorax verwachsen gerne unbeweglich, besonders bei fliegenden Geschlechtstieren und werden immer voluminös, weil die mächtigen Muskelmassen der Beine und Flügel ihrer Innenfläche anhaften. Die Rücken- und Bauchplatten des Abdomens bleiben beweglich. So ist der Hinterleib dehnbar und erweiterungsfähig für Füllung des Darm-

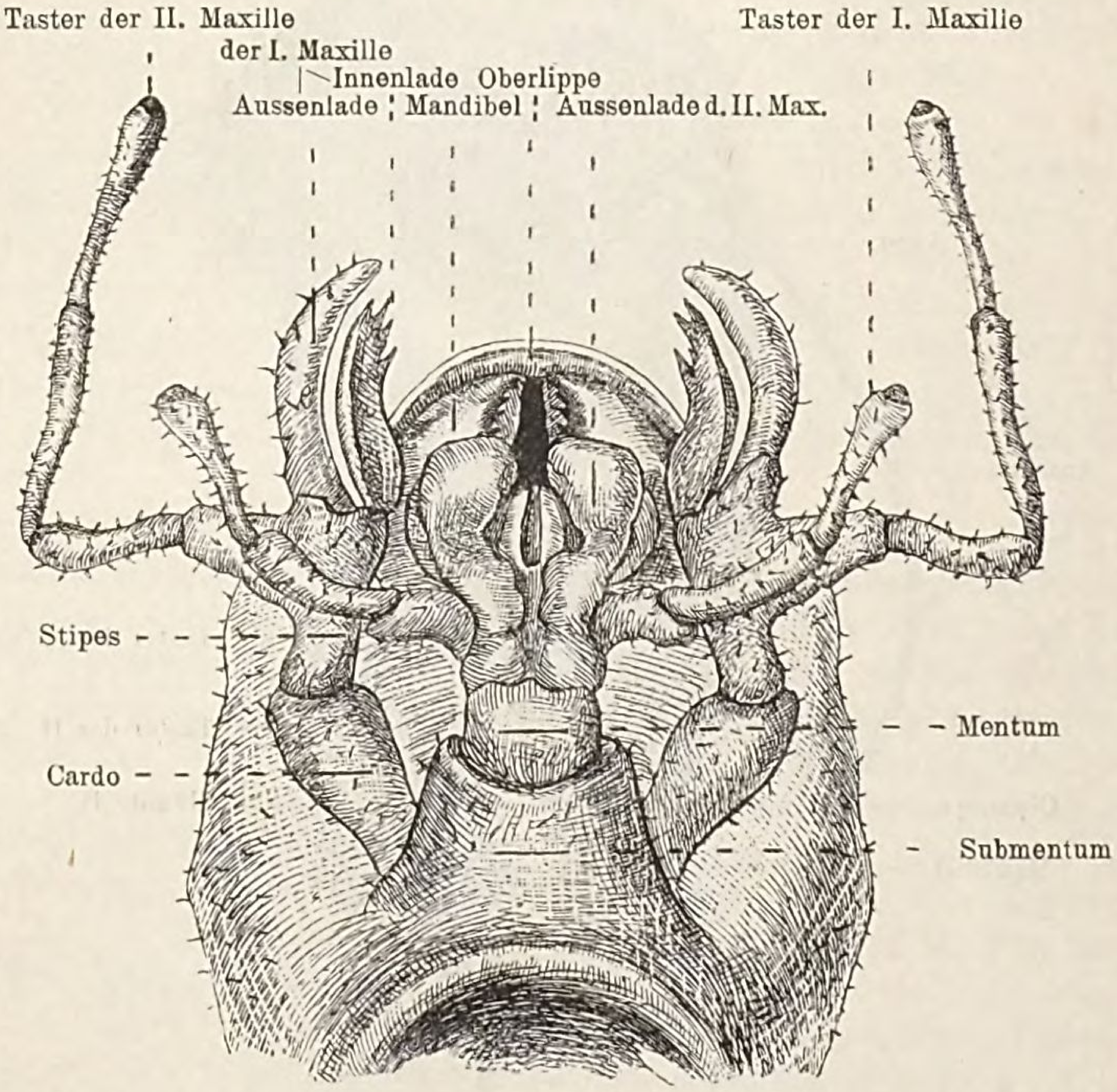


Fig. 111.
Mundwerkzeuge einer Heuschrecke.
Von hinten gesehen.

kanales, des Tracheennetzes und die Entwickelung der Geschlechtsdrüsen. Einzelne Ringe des Abdomens verkümmern zur Geschlechtsreife, schieben sich unter die vorderen oder verwachsen mit Nachbarn, so dass oft eine geringere Zahl als zehn Abdominalschuppenpaare an den reifen Tieren beobachtet wird.

Am Kopfe entsteht ein Paar langer vielgliedriger, in Gelenkgruben beweglicher Fäden — Antennen, die Träger der Tast- und Geruchs-, vielleicht auch Gehörorgane, ausserdem zwei Facettenaugen und in manchen Familien mehrere Punktaugen. Den Mundrand bewehren drei Paare transversal beweglicher Mundwerkzeuge: die Oberkiefer — Mandibeln und zwei Unterkieferpaare — I. und II. Maxilla (Fig. 110, 111). Eine breite unpaare halbmondförmige Hautfalte, die Oberlippe bedeckt die Vorderfläche

der Mandibeln. Die Mandibeln sind einfache kräftige Chitinplatten mit gezähntem Kaurande und auf die Ergreifung oder Zerschneidung der Nahrung beschränkt. Die beiden Maxillenpaare hingegen sind aus mehreren beweglichen Stücken zusammengesetzt und einer vielseitigeren Verwendung fähig. Dem zweigliedrigen, Angel — Cardo und Schaft — Stipes umfassenden Stamme gelenkt eine mediale innere und eine laterale äussere Kauplatte — Mala und lateral ein fünfgliedriger (höchstens sechsgliedriger) Faden – Taster, Palpus maxillaris ein. Das erste Maxillenpaar bleibt stets getrennt. Dagegen verwachsen Teile des zweiten Maxillenpaares unter einander und erzeugen so aus den ursprünglich wie Scherenhälften gestellten Chitinstücken eine unpaare Chitinplatte — Unterlippe. Stets verwachsen die Stamm-

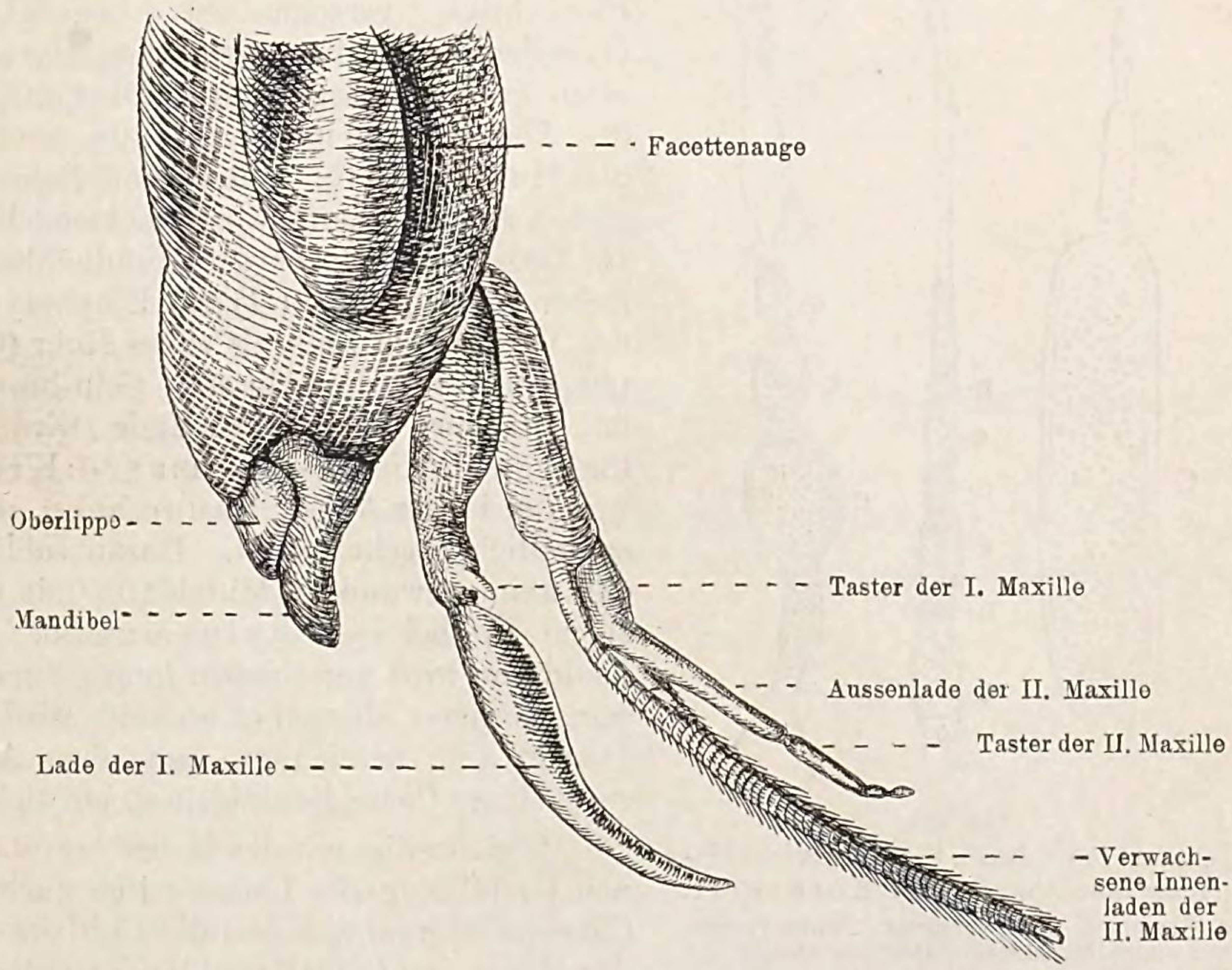


Fig. 112.
Mundwerkzeuge der Honigbiene, aus einander gezerrt.
Von der Seite gesehen.

glieder als Kinn — Mentum, oft auch die inneren Kauplatten als Zunge. Kräftige Muskelmassen im Kopfe bewegen die Kieferpaare. Wie in allen Fällen, wo besondere der Nahrungsaufnahme dienende Mundwerkzeuge vorhanden sind, z. B. die Zähne der Wirbeltiere, der Schnabel der Vögel, die Gestalt derselben in enger Korrelation zur Kost und Lebensweise der Tiere steht, werden auch die Mundanhänge der Insekten in der mannigfaltigsten Weise umgebildet und dadurch befähigt, entweder feste tierische oder pflanzliche Kost zu zerschneiden, oder Flüssigkeit aufzulecken oder saftige Teile anzustechen und auszusaugen.

Am häufigsten erfolgt ihre Umformung zu Saugwerkzeugen dadurch, dass die Laden eines oder beider Maxillenpaare stark gestreckt und rinnenförmig

gekrümmt werden und beim Zusammenlegen eine Rüsselröhre bilden. Fig. 112 führt als Beispiel den Rüssel der nektarsammelnden Honigbiene vor. Die verwachsenen Innenladen des zweiten Maxillenpaares bilden einen cylindrischen, stark behaarten Chitinstab, welcher sich in einer vierteiligen Rüsselröhre bewegt, die von den sensenklingenförmigen Laden der ersten Maxille und den langen rinnenförmigen Tastern der zweiten Maxille gebildet wird. Der Rüssel wird vorgestreckt und in die Tiefe eines Blütenkelches eingeschoben (vergl. I. T., p. 172).

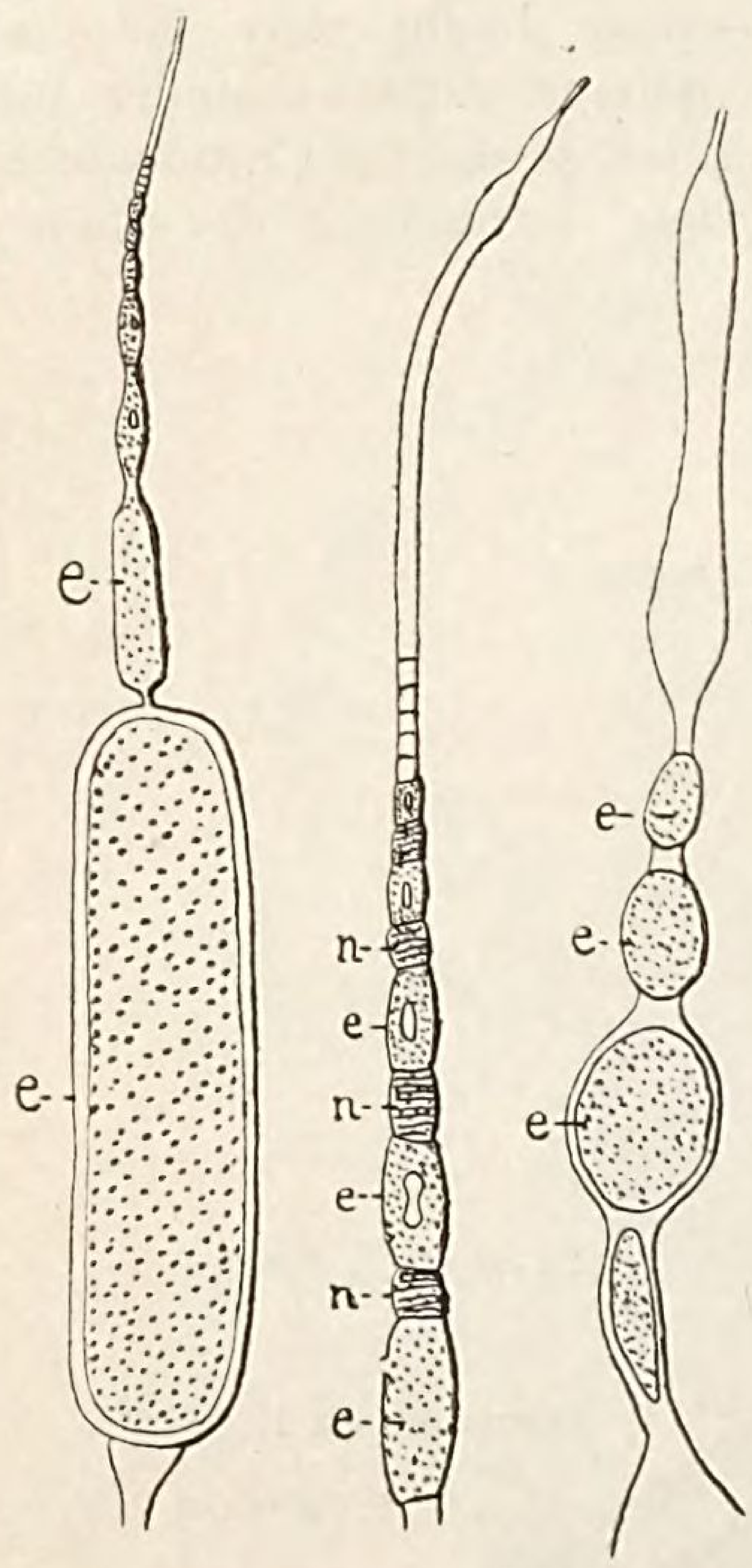


Fig. 113.

Längsschnitt durch Eiröhren verschiedener Insekten. Nach Korschelt.

e Eikammer, *n* Nährkammer. Links Eiröhre von einer Heuschrecke, Decticus bicolor, die Eikammern anstossend. In der Mitte Eiröhre eines Schwimmkäfers, Dyticus marginalis. Ei- und Nährkammern alternierend. Rechts Eiröhre des Julikäfers, Rhizotrogus solstitialis. Grosse endständige Nährkammer.

Die Knotenpaare der Bauchganglienkette werden in der Larvenzeit ungleichmässig entfaltet, durch Verkürzung der Konnektive verschmelzen benachbarte Ganglienknoten einer geringeren oder grösseren Zahl von Segmenten. Die Ganglien des Thorax sind immer mächtig, weil sie die Muskulatur für Flügel und Beine regieren. Auch der Darm wird feiner modelliert. Im Boden und Dache der Mundhöhle entstehen Chitinplatten (Hypo-, Epipharynx); der Vorderdarm zieht als enges Rohr (Ösophagus) durch den Thorax. Sein hinteres im Abdomen stehendes Ende wird oft kugelig aufgetrieben — Vormagen: Kropf, wenn er in der Achse, Saugmagen, wenn er seitlich geschoben ist. Daran schliesst der weite gewundene Mitteldarm mit drüsigem Epithel — Chylusmagen. Der Enddarm wird verschieden lang gefunden, sein vorderer dünner Abschnitt wird als Dünndarm bezeichnet, nahe dem After sind einige Paare Rektaldrüsen entwickelt.

Gleichzeitig mit der bisher besprochenen Umbildung des Leibes reifen auch die Geschlechtsorgane, indem die Epithelzellen der Hoden- und Ovarialschläuche sich lebhaft vermehren (I. T., p. 149, 150). Der grösste Teil der Hodenzellen wird in Spermatozoen umgebildet, während ein geringer Teil der Ovarialzellen zu Eizellen heranwächst auf Kosten der übrigen Zellen: Nährzellen und Follikelepithel. Die Nährzellen sind entweder am dünnen Vorderende der Eiröhre angehäuft — Endständige Nährkammer, — oder sie alternieren gruppenweise mit der von Follikelzellen umgebenen Eizelle (Fig. 113). Die Follikelzellen scheiden auf die Eizelle eine chitinöse, oft sehr zierlich skulptierte Hülle — Chorion ab. Die Hoden- bezw. Eischläuche hängen an paarigen ausführenden Kanälen — Vas deferens bezw. Oviduct, welche in einen unpaaren cylindrischen Schlauch münden, der von der Epidermis eingewuchert ist. Letzterer ist bei den Männchen lang und wird Ductus ejaculatorius, bei den Weibchen ist er kurz und wird Vagina genannt. Bei den Männchen treiben die Samenleiter oft drüsige Aussackungen — Samenblasen.

Bei den Weibchen bildet die Vagina Seitentaschen: Samentasche — Receptaculum seminis (wenn die Begattung lange vor der Eiablage geschieht) und Begattungstasche — Bursa copulatrix (zur Aufnahme des grossen Begattungsgliedes).

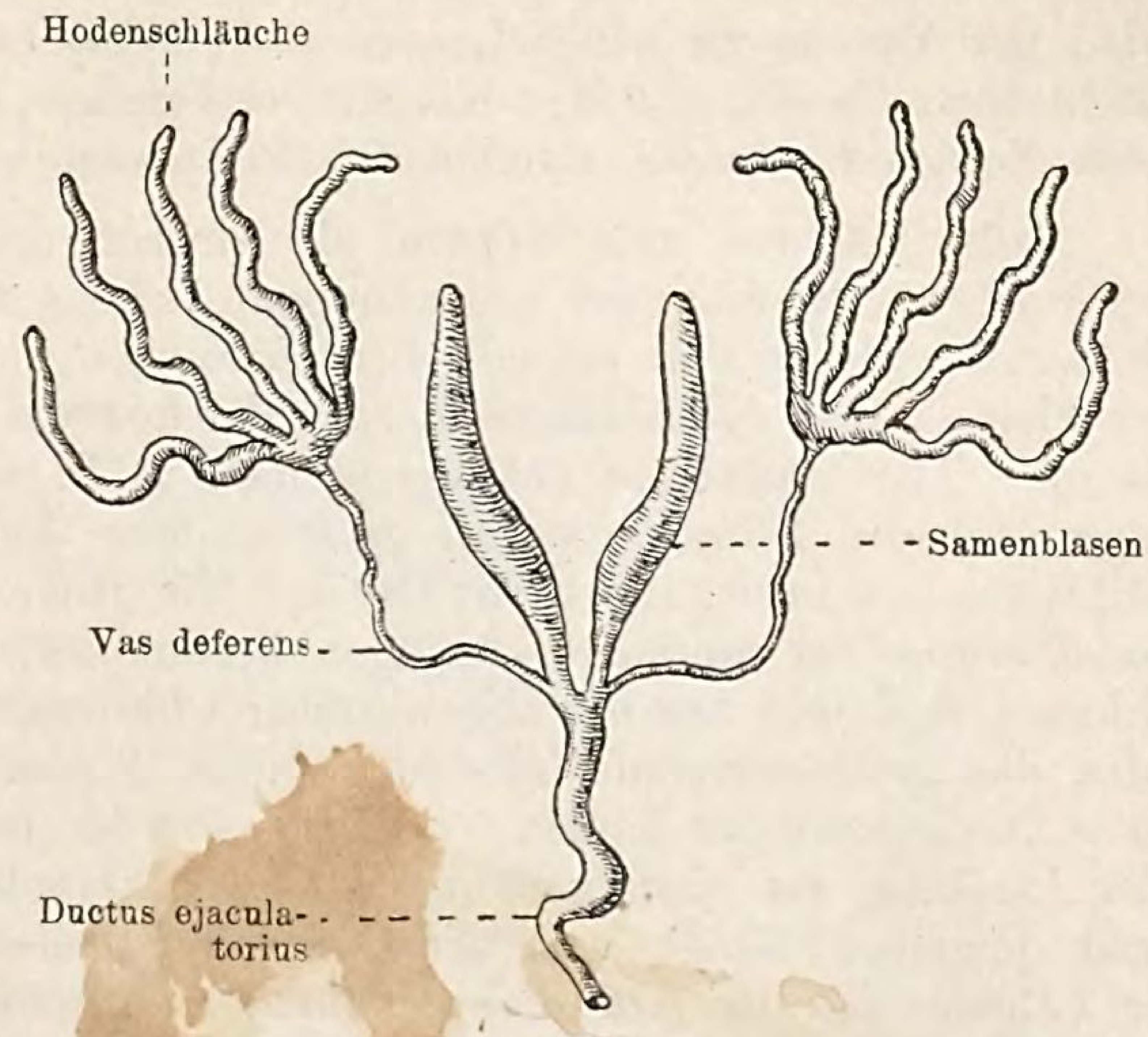


Fig. 114.
Schematisches Bild der männlichen Geschlechtsorgane bei Insekten.

Zapfen der letzten Abdominalsegmente stellen accessorische Geschlechtswerkzeuge dar: Legescheiden der Weibchen — Begattungsorgane der Männchen. Diese äusseren Geschlechtsanhänge sind bei Männchen und Weibchen nicht nach dem gleichen Typus angelegt, wie es bei Säugetieren Regel ist, sondern total verschieden ausgebildet. Wenn schon dadurch die Art-Individuen verschiedener Sexualität dimorph erscheinen, so prägt sich die geschlechtliche Differenz doch noch in andern Organen aus, an den Flügeln, welche erst mit der Geschlechtsreife das Optimum ihrer Entwickelung erreichen, z. B. den Antennen, Beinen, der Grösse des Abdomens u. a. Bei einigen Insektenarten steigern sich die individuellen Unterschiede zum Tri- und Polymorphismus, indem neben männlichen und weiblichen auch unfruchtbare Tiere (sterile Weibchen und Männchen), die Arbeiter und Krieger, auftreten. Die männlichen und weiblichen Geschlechtszellen der Insekten müssen in der Regel kopulieren in wahrer Befruchtung, bei einigen aber sind die Eizellen allein fähig, sich parthenogenetisch ohne hinzutretendes Spermatozoon zu neuen Individuen der Art zu entwickeln. Die Parthenogenese wechselt im Laufe der Generationen mit geschlechtlicher Vermehrung — Heterogonie (Blattläuse) oder ein

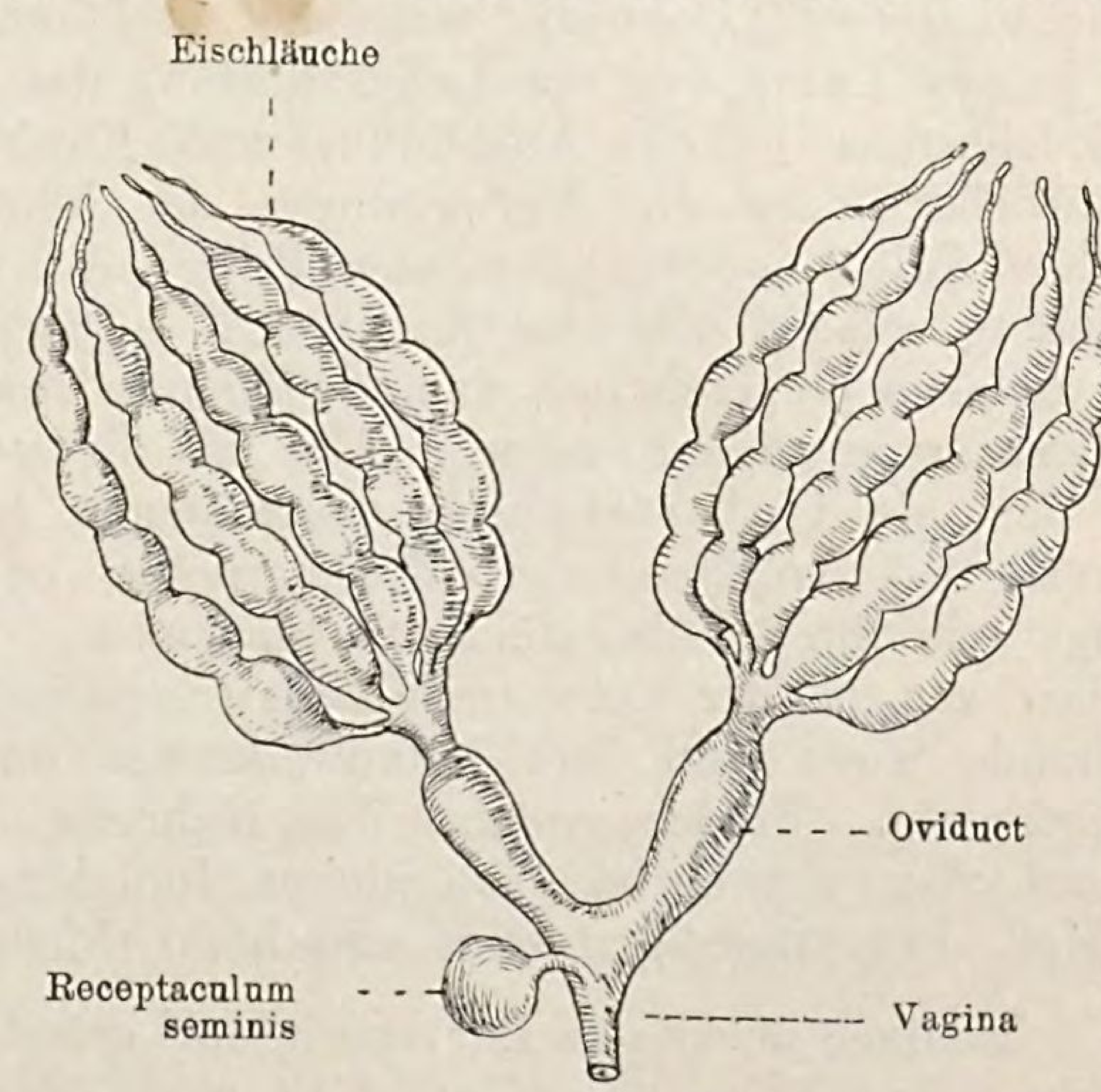


Fig. 115.
Schematisches Bild der weiblichen Geschlechtsorgane bei Insekten.

Weibchen vermag parthenogenetische und befruchtete Eier nach einander abzulegen, nachdem durch die Begattung seine Samentasche mit Spermatozoen erfüllt ward (Bienen, Wespen). Ausnahmsweise entwickeln sich auch Eizellen der Larven zu neuen Larven — (Pädogenese). Manchmal tritt die Geschlechtsreife ein, ehe der Körper vollkommen ausgereift ist (z. B. Strepsiptera, Forficula, Mantis, Pyrrhocoris, Periplaneta).

Alle Insekten entschlüpfen als einfach organisierte Larven dem Eie und wachsen während des selbständigen Lebens zur Grösse und Vollendung des Geschlechtstieres in periodischen Häutungs- und Wachstumsphasen heran. Der kleine wenig differenzierte Körper der Larven zeigt viele Organe, welche das reife Tier auffallend entwickelt hat, z. B. alle geschlechtlichen Werkzeuge und die Flügel nur als unscheinbare Anlagen oder als indifferente Zellplatten — Imaginalscheiben. Mit jeder neuen Häutung wird die Modellierung der einfachen Anlagen bestimmter, bis die Larvenzeit abgeschlossen wird und aus der abgeworfenen Chitinhaut, gleichsam einer Maskenhülle, das geschlechtsreife Tier (das wahre Ahnenbild — Imago) aufersteht, das sich nimmermehr häutet. So erscheint der individuelle Reifungsvorgang aller Insekten als eine mehr oder minder komplizierte Metamorphose. Der Grad derselben hängt von der Ähnlichkeit des anatomischen Baues und der Lebensweise der Artindividuen in den verschiedenen Lebensperioden ab. Liebt eine Art als Larve und Geschlechtstier gleiche Lebensweise, so sind die wesentlichen Formeigentümlichkeiten des reifen Körpers bereits an der jüngsten Larve ausgesprochen und die formalen Unterschiede der Häutungsphasen unbeträchtlich. Die Verwandlung erscheint unvollkommen; solche Insektenarten werden als Ametabola, Homomorpha bezeichnet. Je mehr aber Nahrungserwerb und Aufenthalt des Insektenindividuums während seiner Lebenszeit verändert wird, und je mehr die Gewohnheiten der jungen Larve von der Lebensführung des Imago abweichen, um so verschiedenartiger ist die Ausbildung und Funktion der Organe, um so beträchtlicher muss die Verwandlung des häutenden Tieres ausfallen. In solchen Fällen werden fast alle Teile des Larvenkörpers vor der letzten Häutung zerstört und eine Ruhepause — Puppenzeit in das selbständige Larvenleben eingeschaltet, damit während derselben die Körperteile neu und andersartig arrangiert werden. Das ist die vollkommene Metamorphose bei den als Holometabola bezeichneten Insekten. Das Aussehen der Larven mit vollkommener Metamorphose ist recht verschiedenartig und hängt mit ihrer Lebensführung zusammen. Wenn sie selbständig Futter suchen wie in der Lebensreife, als räuberische, blattfressende oder holzbohrende Tiere sind ihre Mundwerkzeuge und Beine kräftig, die Augen scharfsichtig. Finden sie aber ihre Nahrung im Innern von Pflanzen oder Tieren oder erhalten sie von älteren Individuen der gleichen Art gereicht, so sind sie wurmartig, fusslos und blind (Maden).

Vielfach macht die Larvenzeit den grössten Teil der Lebensspanne der Insekten aus. Das reife Tier erfüllt nach der Metamorphose nur noch seine geschlechtlichen Pflichten in einigen Wochen, Tagen oder in wenig Stunden und stirbt, manchmal sogar ohne Nahrung zu geniessen.

Für die Systematik der Insekten besitzen die Larvenformen der Species grosse Wichtigkeit, weil sie während des grösseren Lebensabschnittes zur Schau getragen werden. Aber ihr Wert reicht nur aus, um die Grenzen des Artbegriffes, sehr selten, um den Umfang grösserer Gruppen zu bestimmen.

I. Ordnung. Apterygota.

Flügellose Insekten. Behaarte oder beschuppte Haut. Die schwachen Kieferpaare stehen meist im Innern der Mundhöhle. Haufen von Punktaugen. Tracheen bilden manchmal keine Längs- und Queranastomosen. Keine Metamorphose.

I. Unterordnung. Thysanura.

10 Abdominalsegmente. Prothorax gross, 2 bis 3 gegliederte Anhänge des letzten Abdominalsegmentes.

Campodea staphylinus (WESTW.) (Fig. 116). Abdominalringe tragen Beinstummelpaare. Nur 3 Stigmenpaare. 2 Schwanzfäden.

Lepisma saccharina (L.) *Europa in Häusern.* Metallisch glänzende Schuppen, 3 Schwanzborsten. Genitalorgane segmental gelagert. 8 Malpighi'sche Gefässe. Zweigliedrige Tarsen.

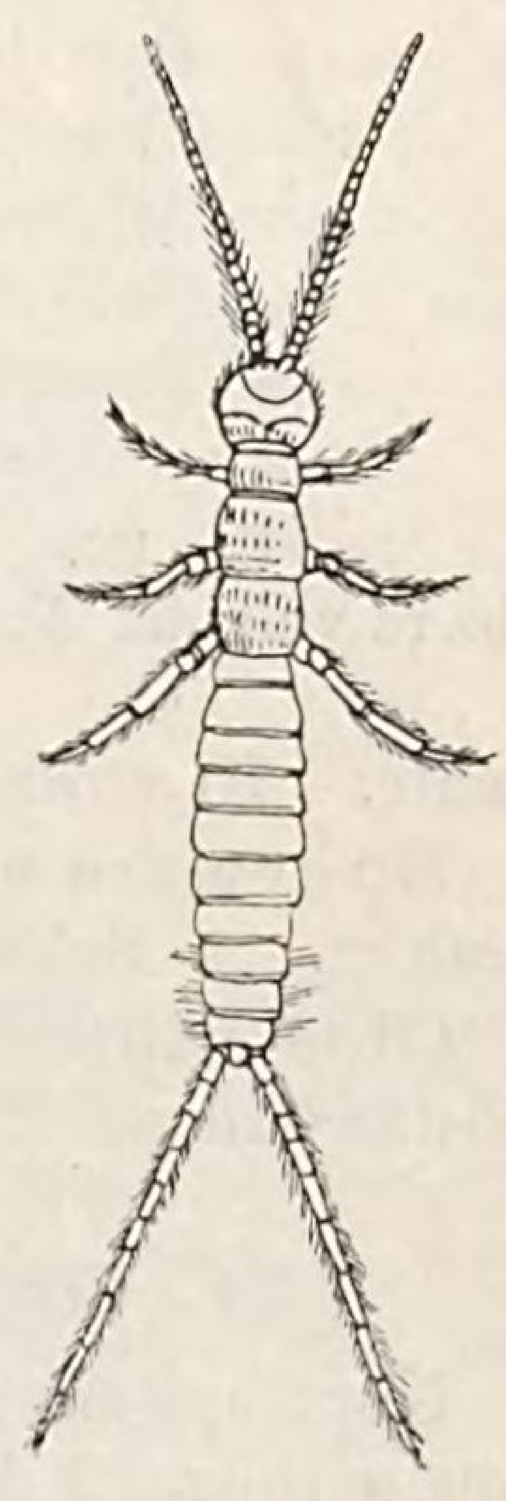


Fig. 116.
Campodea. Nach Lubbok.

II. Unterordnung. Collembola.

Prothorax klein, 6 oder weniger Abdominalsegmente. Springgabel am vorletzten Abdominalringe. Tarsen eingliedrig. Nur Punktaugen. Die versteckten Mundteile werden vorgestreckt und zurückgezogen. 80 Arten.

Podura aquatica (L.) — Springschwanz. *Deutschland.* Springgabel kurz. 2 Gruppen von je 8 Punktaugen.

Desoria glacialis (NIC.) — Gletscherfloh. *Alpengletscher.* Springgabel lang. 2 Gruppen von je 7 Punktaugen.

II. Ordnung. Dermaptera.

Kopf gross, schnurförmige Antennen. Punktaugen fehlen. Kräftige, beissende Kieferpaare: Unterkiefertaster fünfgliederig; Unterlippe gross zweilappig, Unterlippentaster dreigliederig. Stipes der Unterlippe gespalten, aber die Laden verwachsen. Prothorax gross und freibeweglich, Metathorax grösser als Mesothorax. Vorderflügel hornige viereckige Decken, median zusammenstossend. Hinterflügel zart, gross, fächerartig gefaltet, unter Vorderflügel geschoben. I. Abdominalsegment verwächst mit Metathorax. Am letzten Segmente hängen zwei ungegliederte Zangen. 30 Malpighi'sche Gefässe. 24 europäische Arten.

Forficula auricularia (L.) — Gemeiner Ohrwurm. *Europa.* Hinterflügel längs und quer gefaltet.

III. Ordnung. Ephemerida.

Schlank, weichhäutig. Antenne kurz dreigliedrig. 2—3 Punktaugen, Prothorax sehr klein, Mesothorax viermal so lang, Metathorax kurz. Gitteraderige Flügel. Vorderflügel gross, dreieckig. Hinterflügel klein, rundlich oder fehlend. Dünnes Abdomen, 10 Segmente. 3 Schwanzborsten des letzten Segmentes.

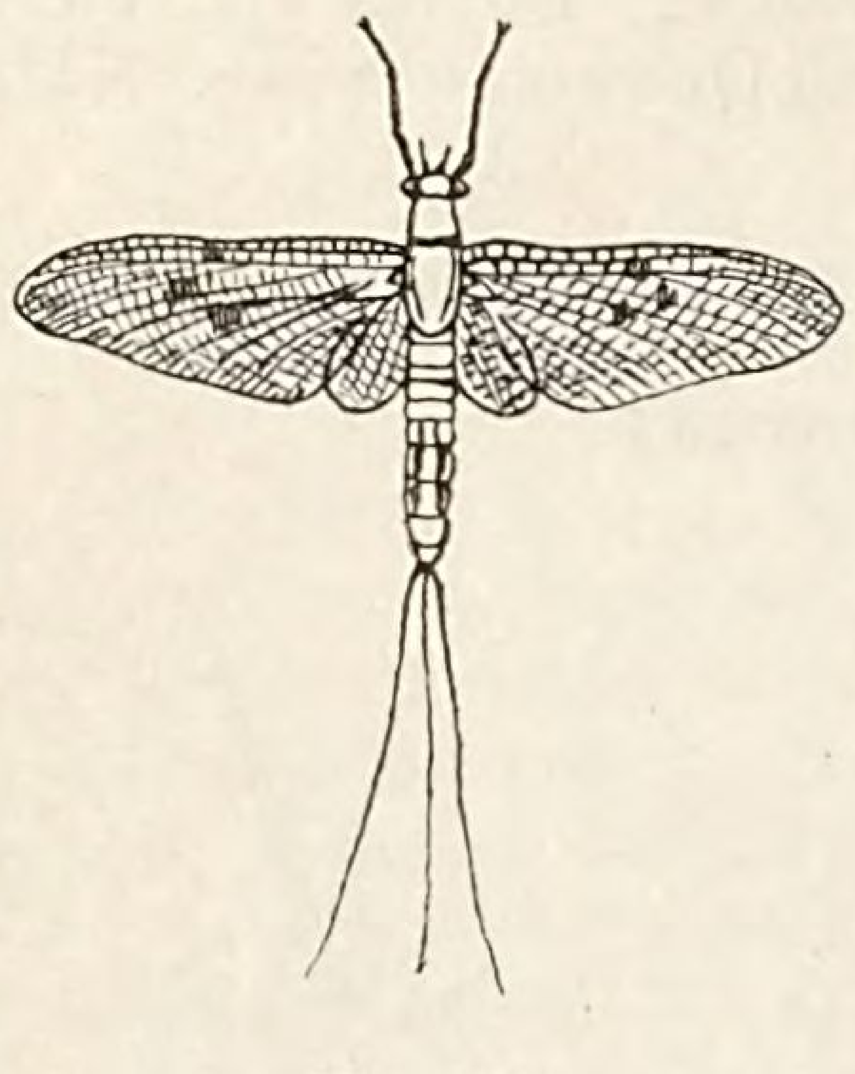


Fig. 117.
Ephemera vulgata. Nach Pictet.

Kieferpaare schwach: Mandibeln klein häutig. Die inneren Laden der Unterlippe verschmolzen, die äusseren Laden mit den Tastern verwachsen. Speicheldrüsen und Kropf des Vorderdarmes fehlen. Mitteldarm zieht durch Thorax und grösseren Teil des Abdomens. 40—50 Malpighische Gefässe. Paarige, getrennt mündende Geschlechtsgänge.

Imago lebt nur einige Stunden und frisst nichts; die Larven aber mehrere Jahre im Wasser, besitzen kräftige Mundwerkzeuge und von Tracheen durchwobene paarige Anhänge (Tracheenkiemen) der Hinterleibssegmente. 70 europäische Arten.

Ephemera vulgata (L.) *Europa.* (Fig. 117). Flügel mit zahlreichen Queradern. 3 Schwanzfäden. Larven mit 6 Paar Kiemenbüscheln.

Cloë diptera (L.) *Europa.* Nur Vorderflügel mit wenig Adern. 2 Schwanzfäden. Larven mit Kiemenblättchen.

IV. Ordnung. Odonata — Wasserjungfern.

Kopf querwalzig gross, frei beweglich. Fühler klein siebengliedrig, pfriemenförmig. 3 Punktaugen vor und zwischen den Facettenaugen. Prothorax klein, in eine hintere Grube des Kopfes dringend. Der grosse Meso- und Metathorax eng verbunden. Langgestrecktes Abdomen: 10 Segmente, erstes ganz frei. Die Rückenplatten der beiden hinteren Thorakal- und der Abdominalsegmente sind breiter als die Bauchplatten. Deshalb stehen die drei Beinpaare dicht und weit vorne und die kleinen abdominalen Bauchplatten bilden nur eine schmale Reihe. 2 ungegliederte Analgriffel am letzten Segmente. Vorder- und Hinterflügel gross glasartig, mit reichem Adernetze. Dreigliedrige Tarsen, die grosse Oberlippe verdeckt die Kiefer. Mandibeln kräftig. Die Laden des Unterkiefers verwachsen, ihr Taster ist sichelförmig eingliedrig. Die inneren Laden der Unterlippe verschmelzen, die äusseren Laden verwachsen mit dem zweigliedrigen Taster, auch die beiden Stipes verschmelzen. Vorderdarm nicht erweitert. 50—60 sehr kurze Malpighische Gefässe. Männliche Geschlechtsöffnung im 9., Begattungsglied im 2. Abdominalsegmente. Die Larven leben im Wasser, Tracheen durchwobene Falten (Tracheenkiemen) des Abdomenendes oder des Enddarmes dienen als Atemorgane. Die Unterlippe (Maske) kann weit vorgeschnellt werden. Über 100 europäische Arten.

Libellula depressa (L.) — Plattbauch. *Europa.*

Aeschna pratensis (Müll.) — Schmaljungfer. *Europa.*

Calopteryx splendens (Harr.) *Europa.*

Agrion puella (L.) — Schlankjungfer. *Europa.*

V. Ordnung. Perlaria (Plecophora).

Fühler so lang wie der Körper. Drei Punktaugen zwischen den kleinen Facettenaugen. Prothorax ansehnlich, Meso-, Metathorax gleich gross. Flügel gross häutig, weitmaschig geadert; Hinterflügel oft breiter, ihr Innenrand nach unten einschlagbar. Die Flügel decken wagrecht den Körper. Abdomen 10 Segmente, 2 lange Schwanzraifen. Beine schlank, dreigliedrige Tarsen. Die kräftigen Kieferpaare der Larve werden häutig und verkümmern beim Imago: Mandibeln schwach, nach vorne gerichtet. Unterkieferladen getrennt, ihr Taster fünfgliedrig. Unterlippenladen getrennt, ihre Taster dreigliedrig, Stipes getrennt. Reste der Larvenkiemenbüschel liegen stets neben den Stigmen der geschlechtsreifen Tiere. Der Darm zieht gerade durch den Körper. 8 Blindsäcke am Ende des Vorderdarmes. 1 Speicheldrüsenpaar im Prothorax, 1 im Mesothorax, 50—60 Malpighische Gefässe. Hoden (Ovarien) verschmelzen median zu einem halbmondförmigen Organe. Die flinken Larven leben räuberisch im Wasser. 70 europäische Arten.

Perla nubecula (Newm.) — Uferbold. *Nord-* und *Mitteleuropa.*

VI. Ordnung. Orthoptera.

Kopf vertikal abgeplattet. 2—3 Punktaugen. Prothorax freibeweglich, Meso-, Metathorax fast gleich gross. Dichtes Rippennetz der Flügel. Vorderflügel leder- oder pergamentartig, über einander gelegt. Hinterflügel dünnhäutig, Hinterfeld schlägt sich ventral ein. Abdomen dem Thorax breit angewachsen, 9—10 Segmente. Rückenplatten reichen über die Bauchplatten. Zwei meist gegliederte Schwanzanhänge. Begattungsorgane und Legescheide am achten Abdominalsegmente. Kräftige Kaukieferpaare bei Larve und Imago (Fig. 110, 111). Die inneren Laden der Unterlippe oft klein. Maxillartaster fünfgliedrig, Unterlippentaster dreigliedrig. Vorderdarm bildet einen Vormagen und einen stark muskulösen Kaumagen mit inneren Chitinkauplatten. 30, 50 und mehr feine kurze Malpighische Gefässe. Hoden: viele kurze Schläuche; Ovarium, Eiröhren ohne Nährzellen. 1500 Arten.

A. Gressoria. Mit Schreitbeinen.

Familie: Mantidae.

Mantis religiosa (L.) — Gottesanbeterin. *Südliches Europa.* Körper langgestreckt. Prothorax stark verlängert. Das erste Beinpaar wird zum Greifen und Schneiden der Beute verwendet, indem die gesägten Schienen gegen die scharfgezähnten Schenkel eingeschlagen werden.

Familie: Phasmidae.

Phyllium siccifolium (L.) — Wandelndes Blatt. *Ostindien.* (I. T., p. 117). Abdomen breit, Flügeldecken blattförmig. Mimikriert Blätter.

Bacillus Rossii (Fabr.). *Südeuropa.* Körper schmal langgestreckt, hochgestellt auf dünnen Beinen. Mimikriert dürre Zweige.

B. Saltatoria. Mit Springbeinen.

Familie: Acridia.

Die Männchen erzeugen durch Reiben der Sprungbeine an den Flügeln Töne.

Pachytylus migratorius (L.) — Wanderheuschrecke. *Östliches Europa.* Körper seitlich komprimiert. Fühler kürzer als der Körper. Rückenfläche des Abdomens scharfkantig, Bauch flach. Dreigliedrige Tarsen. Gehörorgan am Metathorax. Legescheide kurz.

Familie: Locustidae.

Die Männchen vieler Arten erzeugen Töne durch Reiben der Vorderflügel.

Locusta viridissima (L.) — Heupferd. *Europa.* Fühler länger als der Körper. Vorderflügel liegen vertikal dem Körper an. Gehörorgane an den Vorderschienen. Legescheide lang säbelförmig.

Decticus verrucivorus (L.) — Warzenbeisser. *Europa.*

Familie: Gryllidae.

Die Männchen vieler Arten erzeugen Töne durch Reiben der Vorderflügel.

Gryllus campestris (L.) — Feldgrille. *Europa.* Körper walzig. Kopf dick abgerundet. Fühler lang vielgliedrig. Flügeldecken liegen horizontal. Die fächerartig gefalteten Hinterflügel ragen über die Flügeldecken und den Hinterleib hinaus.

Gryllotalpa vulgaris (Latr.) — Ackerwerre. *Europa.*

Familie: Blattidae.

Periplaneta orientalis (L.) — Küchenschabe. *Europa.* Körper dorsoventral abgeplattet. Kopf oval, schräg nach abwärts geneigt, fast ganz vom Prothorax bedeckt. Vorderflügel lederartig.

VII. Ordnung. Corrodentia.

Thoraxsegmente verschieden entwickelt. Flügel wenig geadert, oft fehlend. Beissende Mundwerkzeuge. Laden der Maxillen gut entwickelt. Darm ohne Saugmagen, am Enddarm 4—6 Malpighische Gefässe.

Familie: Termitidae.

Körper walzig, Fühler perlschnurförmig. Schmale Flügel mit wenig Adern, dem Leibe parallel aufliegend. Thoraxsegmente gleich gross, breiter als lang. Kleine Facettenaugen und zwei Punktaugen. Kräftige Mundteile. Tarsen viergliedrig. Polymorphe Individuen: die Männchen und Weibchen werfen nach kurzer Flugzeit ihre Flügel ab; daneben kommen flügellose Individuen mit verkümmerten Geschlechtsorganen vor: Kleinköpfige Arbeiter mit versteckten Oberkiefern und grossköpfige Soldaten mit weit vorspringenden kräftigen Oberkiefern. 90 Arten.

Termes bellicosus (Smeathm.). *Afrika.*

Termes lucifugus (Rossi). *Südeuropa.*

Familie: Psocidae — Holzläuse.

Kleine Tiere. Kopf gross. Fühler lang. Flügel ungleich gross, unregelmässig geadert. Meso- und Metathorax kurz. 150 Arten.

Troctes divinatorius (MÜLL.) — Staublaus. *Europa.*

Familie: Mallophaga — Pelzfresser.

Körper platt gedrückt, lausähnlich. Kopf horizontal vorgestreckt. Mesothorax kurz, Metathorax gross verwachsen. Flügel fehlen. Fühler kurz, drei bis viergliedrig. Beissende Mundwerkzeuge. Zwei hackenartige Mandibeln, sehr kleine Unterkiefer und Unterlippe. Kurze Beine mit kräftigen Endklauen. Ganglien der Bauchkette zusammengeschoben. Parasiten im Haar- und Federkleid der Säugetiere und Vögel. Zahlreiche Arten.

Trichodectes canis (DEG.) — Hundelaus. *Auf Hunden.*

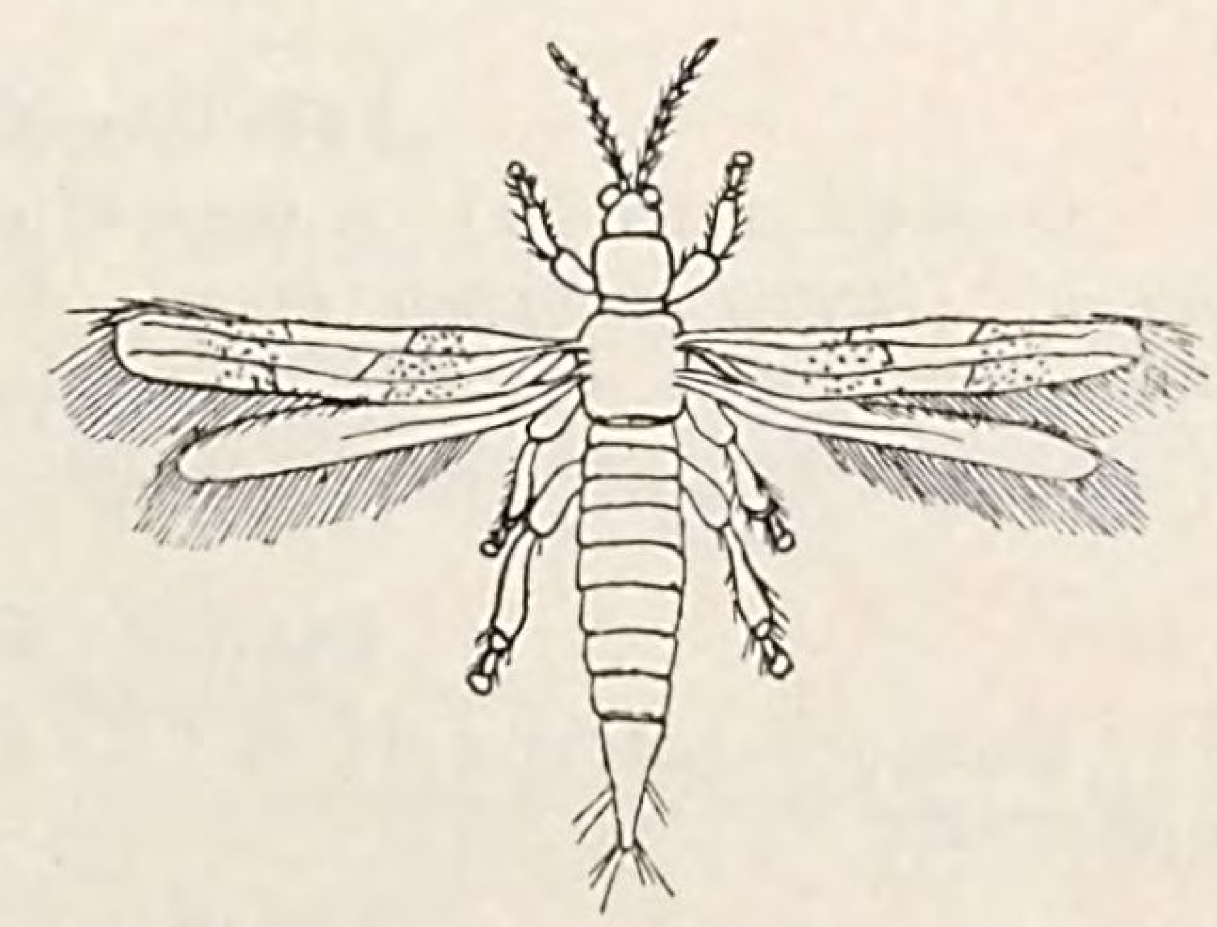


Fig. 118.
Thrips fasciata. Nach Burmeister.

VIII. Ordnung. Physopoda (Thysanoptera).

Körper lang gestreckt. Der cylindrische Kopf schief gegen die Brust geneigt. 3 Punktaugen. Antennen 5—9 gliedrig, dünn. Prothorax schmal frei, Mesothorax kurz, Metathorax sehr gross. Flügel sehr schmal, spärliche Adern, gefranzter Rand 9 Abdominalsegmente, das letzte oft rohrartig ausgezogen. Füsse kurz, Krallen fehlen, dafür am zweiten und letzten Fussgliede eine Haftscheibe als ausstülpbarer Blasenapparat. Saugende Mundwerkzeuge: die Oberlippe, Unterkiefer und Unterlippe verwachsen zu einem kurzen Rüssel. Mandibeln lang, borstenförmig. Unterkiefer kurz, spitz mit 2—3-gliedrigem Taster. Unterlippentaster 2gliedrig. 30 bis 35 europäische Arten.

Thrips vulgatissima (HALID). *Europa.* (Fig. 118).

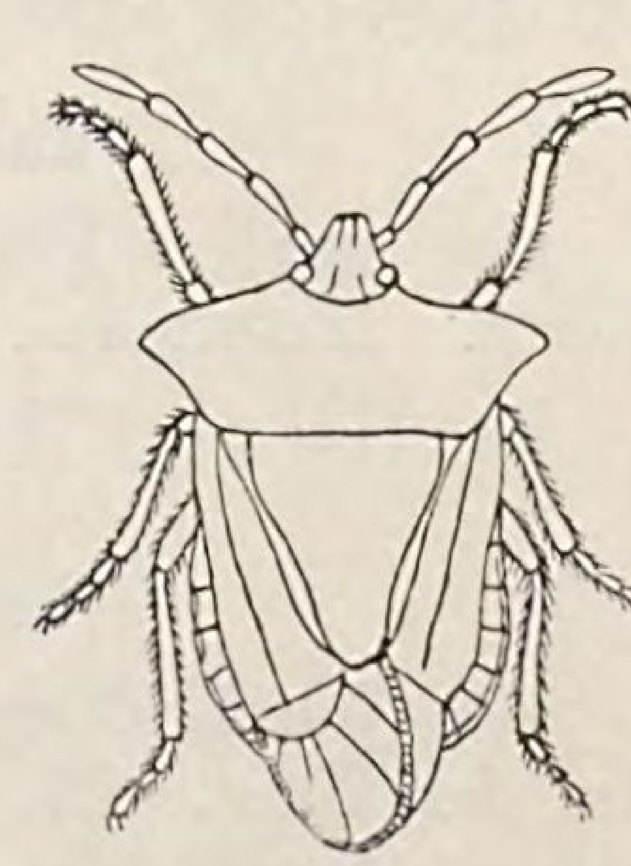


Fig. 119.
Pentatoma nigricornis.
Nach Burmeister.

IX. Ordnung. Hemiptera (Rhynchota).

Kleine Facettenaugen, häufig 2—3 Punktaugen. Antenne mit wenig Gliedern. Prothorax breit, freibeweglich. Mesothorax vorwiegend entwickelt, Metathorax kürzer. Vorderflügel häutig, oder vorne hornig, hinten häutig, Hinterflügel häutig; Vorderflügel decken horizontal den Körper, ihre Spitzen kreuzen sich. Abdomen 6—9 Segmente, breit am Thorax stehend. Die Mundteile bilden bereits in der Larvenzeit einen Saugschnabel, der während der Ruhe taschenmesserartig nach unten eingeknickt ist, saugen pflanzliche oder tierische Säfte. Oberlippe kurz, dreieckig. Mandibeln scharfe klingenförmige Borsten. I. Maxillen spiessförmig, länger

als Mandibeln, Taster fehlen. II. Maxille: Taster fehlen, ihre vier Laden sind median verwachsen und bilden eine lange Halbrinne, in der die Maxillen I und Mandibelborsten liegen. Speicheldrüsen gross. Vorderdarm nicht erweitert, Magen lang. 4 lange Malpighi'sche Gefässe. Ganglienkette in 2 oder 3 Knoten zusammengezogen. Abdominalknoten stets mit Thorakalknoten verschmolzen. 4—8 Eiröhren des Ovarium. Begattungstasche fehlt. Stinkdrüse im Metathorax mündet zwischen den Hinterbeinen. 13—14 000 Arten.

I. Unterordnung. Homoptera.

Vorder- und Hinterflügel häutig, in der Ruhe dem Körper schräg dachförmig anliegend. 3000 Arten.

Familie: Stridulantia.

Cicada orni (L.) — Gemeine Mannacikade. *Südeuropa. Auf Eschen.* (*Ornus europaea Pers.*) Aus den Bohrstellen auf den Ästen der Mannaesche fliesst die officinelle Manna. Männchen mit Zirpapparat am Metathorax, Weibchen mit sägeförmigem Legebohrer.

Familie: Fulgoridae.

Fulgora laternaria (L.) — Laternenträger. *Surinam.* Grosser Kopffortsatz.

Familie: Cicadellidae.

Aphrophora spumaria (L.) — Schaumzirpe. *Europa.* Die an Pflanzen saugenden Larven umhüllen sich mit schaumigem, aus dem After tretenden Sekret — sog. Kuckucksspeichel.

II. Unterordnung. Phytophthires — Pflanzenläuse.

Beide Flügelpaare häutig. Schnabel mit Prothorax verwachsen. Tarsen zweigliedrig. Weibchen meist flügellos.

Familie: Psyllidae — Blattflöhe.

Das vordere Flügelpaar pergamentartig. Kopf dreiseitig. Prothorax abgesetzt. Metathorax lang. Abdomen kurz, kegelförmig.

Psylla piri (L.) — Birnsauger. *Deutschland.*

Familie: Aphidae — Blattläuse.

Vier durchsichtige wenig geaderte Flügel. Beine lang dünn. Wachsdrüsen der Haut. Die Exkremente häufen sich manchmal auf den Blättern der Wohnpflanzen als sog. Honigthau. Heterogonische Vermehrung.

Aphis rosae (L.) — Rosenblattlaus.

Phylloxera vastatrix (Pl.) — Reblaus.

Familie: Coccidae.

Hinterflügel verkümmern bei den Männchen. Weibchen flügellos.

Coccus cacti (L.) — Echte Cochenillelaus. *Lebt auf Opuntia*

coccinellifera, *Ficus indica*. Männchen geflügelt mit vollkommener Verwandlung. Wenn sich die Weibchen an der Nährpflanze angesaugt haben, schwinden die Fühler, die Beine und die Segmentierung des Körpers.

III. Unterordnung. Heteroptera.

Vorderflügel hornig, nur an der Spitze häutig, in der Ruhe dem Körper wagrecht aufliegend. Hinterflügel häutig. Prothorax gross, frei beweglich. Stinkdrüsen ventral am Metathorax mündend. Hoden von je 7 Paar Schläuchen.

a) Landwanzen.

Familie: Pentatomidae.

Pentatoma nigricornis. *Europa*. (Fig. 119).

Familie: Supericornia.

Syromastes marginatus (L.) *Europa*.

Familie: Cecigenae.

Pyrrhocoris apterus (L.) — Feuerwanze. *Europa*.

Familie: Bicelluli.

Capsus trifasciatus (L.) — Blindwanze. *Deutschland*.

Familie: Lecticolae.

Acanthia lectularia (L.) — Bettwanze. *Europa*.

Familie: Nudirostri.

Harpactor annulatus (L.) — Mordwanze. *Europa*.

Familie: Hydrodomici.

Limnobates stagnorum (L.) — Teichläufer. *Europa*.

b) Wasserwanzen.

Familie: Nepidae.

Nepa cinerea (L.) — Skorpionwasserwanze. *Europa*.

Familie: Notonectidae.

Notonecta glauca (L.) — Rückenschwimmer. *Europa*.

IV. Unterordnung. Aptera.

Flügel fehlen ganz.

Familie: Pediculidae — Läuse.

Kopf rund. Ohne Facettenaugen. Zwei einfache Punktaugen. Thorax klein, undeutlich geringelt. Abdomen oval. Zweigliedrige Tarsen, das letzte

Hakenglied kann gegen das vorhergehende zurückgeschlagen werden. Saugen Blut auf haarigen Hautstellen der Säugetiere mit Hilfe der zu einem Saugrüssel umgebildeten Mundwerkzeuge. Der in einer Scheide vor- und rückschiebbare Rüssel wird von der Unterlippe gebildet, aus deren mit einem Hackenkranze bewehrten Vorderende sich ein durch die beiden Mandibeln und die von ihnen scheidenartig umschlossenen Maxillen gebildetes Rohr vorstülpt. Ohne Metamorphose.

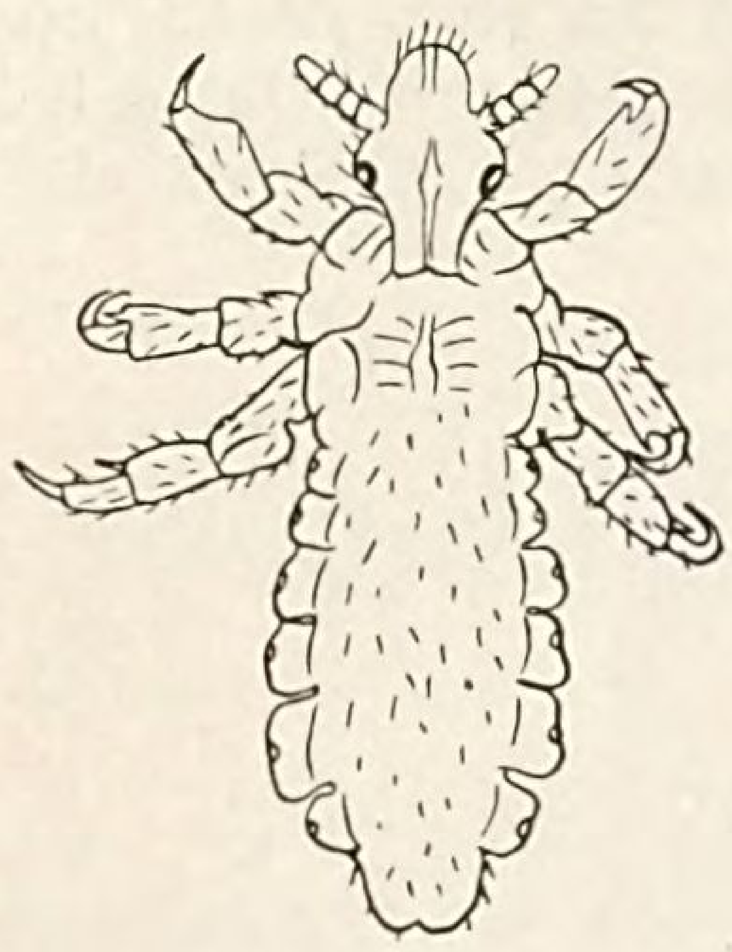


Fig. 120.
Pediculus capitis ♂. Nach Braun.

Pediculus capitis (Deg.). — Kopflaus. *Mensch.* (Fig. 120).

Pediculus vestimenti (Burm.) — Kleiderlaus. *Mensch.*

Phthirius pubis (L.) — Filzlaus. *Mensch.*

X. Ordnung. Neuroptera.

Körper langgestreckt weichhäutig. Prothorax gross, frei beweglich, Meso-, Metathorax gleichgross. Flügel gleichgross, glasartig dünn mit vielen netzförmigen oder einfachen Längsadern. Vorderflügel behaart, Hinterflügel längsfaltig, wenig gegittert. 8—9 Abdominalsegmente. Beine zart. Facettenaugen halbkugelig vorspringend, Punktaugen fehlen meist, Antennen lang. Beissende Mundteile (Larve und Imago), Oberlippe versteckt, Mandibeln kräftig. I. Maxille: Laden getrennt oder verwachsen, fünfgliedriger zarter Taster. II. Maxille: Laden verwachsen oder fehlend, 2—3gliedriger Taster, Stipes verschmolzen. Darm gerade, Vorderdarm bildet Saugmagen und muskulösen Kaumagen. 6—8 lange Malpighi'sche Gefässe. Ganglien gesondert. 66 Gattungen.

Familie: Megaloptera.

Myrmeleon formicarius (L.) — Ameisenlöwe. *Europa.* Kopf senkrecht gestellt, Prothorax lappenförmig vorgezogen, Mesothorax auffallend gross. 8 Malpighi'sche Gefässe. Die Larven lauern in trichterförmigen Gruben den Ameisen auf. Die Larvenmandibeln sind zangenartig verlängert und unten gefurcht, dass sie auf den Unterkiefer gelegt ein Saugrohr bilden.

Familie: Sialidae.

Sialis lutaria (L.) — Wasserflorfliege. *Nord-, Mitteleuropa.* Flacher Kopf wagrecht gestellt, Prothorax so breit wie der Kopf. Flügel gegittert, starkaderig. 6 Malpighi'sche Gefässe. Larven mit Kiemenfäden an den Abdominalringen leben im Wasser.

XI. Ordnung. Panorpata — Schnabelfliegen.

Kopf klein, nach unten rüsselförmig ausgezogen. Antenne vielgliedrig. 3 Punktaugen. Prothorax klein, Meso-, Metathorax gleich gross. Beide Flügelpaare schmal, häutig, weitmaschig geadert. Abdomen 9 Segmente. I. Bauchplatte sehr verkürzt, Dorsalplatte an die hintere Thoraxwand tre-

tend. Mandibeln liegen an der Spitze des Kopfrüssels. I. Maxille: Laden getrennt, fünfgliedriger Taster, Angeln kurz, Stamm sehr lang. II. Maxille: Laden fehlen, dreigliedrige Taster. Stamm der I. und II. Maxillen häutig verbunden. Vorderdarm bildet nur muskulösen Kaumagen mit innerem Chitinhaarkleid. 6 sehr lange Malpighi'sche Gefässe. Ganglienknoten getrennt. Larve raupenförmig, 8 Paar Abdominalfüsse, beissende Mundteile, ein aus dicht gedrängten Punktaugen bestehendes Einzelauge. Larven graben hufeisenförmige Gänge in feuchter Erde und verpuppen sich dort. 6 Gattungen.

Panorpa communis (L.) — Skorpionfliege. *Europa.*

XII. Ordnung. Trichoptera (Phryganidae).

Kopf klein, senkrecht stehend. Augen halbkugelig. Körper behaart, selten beschuppt. Antennen lang. Prothorax sehr kurz, Meso-, Metathorax ziemlich gleich, Mesothorax etwas stärker. Flügel behaart oder beschuppt, dachförmig auf dem Rücken liegend. Hinterflügel grösser, fächerartig faltbar. Abdomen 9—10 Segmente. 1. Bauchplatte fehlt oft, 1. Rückenplatte an die hintere Thoraxwand tretend. Vorderdarm nicht erweitert. 6 lange Malpighi'sche Gefässe. Die beissenden Mundteile der Larve verkümmern bei der Metamorphose. Mandibeln kleine Höckerchen. Die Basalteile von Maxilla I und II verschmelzen in einen kurzen stumpfen Rüssel, den die Oberlippe deckt. Unterkiefertaster 2—5gliedrig, Unterlippentaster 3gliedrig.

Familie: Phryganidae.

Phryganea grandis (L.) — Köcherfliege. *Europa.* Die sechsfüssigen Larven leben im Wasser und spinnen mit dem Sekrete einer auf der Unterlippe mündenden Spinndrüse aus Sandkörnchen oder Pflanzenteilchen Wohngehäuse. Ihr Körper ist mit fadenförmigen Tracheenkiemen behängt. Über 80 Arten.

XIII. Ordnung. Lepidoptera — Schmetterlinge.

Körper gestreckt. Während der Puppenzeit entstehen auf der ganzen Körperhaut Haare, auf den Flügeln kleine sich dachziegelartig deckende Chitinplättchen — Schuppen. Kopf hoch gewölbt, verhältnismässig klein. Antenne dünn steif. Runde Facettenaugen, häufig zwei Nebenaugen. Prothorax schwach schmal. Mesothorax sehr breit, Metathorax klein. Meist verwachsen alle Brustsegmente. Abdomen dem Thorax enge angeschlossen. Die Abdominalfüsse funktionieren während der Larvenzeit. Flügel oft zusammengehakt, die grösseren Vorderflügel decken den Vorderrand der Hinterflügel. Fünfgliedrige Tarsen. Bei Tagschmetterlingen verkümmern oft die Vorderbeine, da sie nur in der Luft gaukeln. Die kauenden Mundteile der Raupe, bei der nur die Mandibeln kräftig sind, werden in einen Saugrüssel der Imago umgebildet, weniger stark bei den Mikropterygina: Mandibeln bezahnte Laden; I. Maxille: 2 getrennte Kauladen, 6gliedriger Taster, Cardo und Stipes getrennt; II. Maxille: Basalstücke verschmolzen, 3gliedriger Taster, äussere Kauladen, die innern Laden verwachsen, zu einem kurzen weiten Röhrchen. Die übrigen Microlepidoptera haben zahnlose Mandibeln, und die Innenlade des Unterkiefers verloren. Bei der Macrolepidoptera sind die Mandibeln kleine unbewegliche Chitinzapfen. Der I. Maxille

fehlt Innenlade, Aussenlade sehr lang, Taster sehr kurz oder ganz verkümmert (1—2gliedrig). Die II. Maxille bildet eine häutige herzförmige Platte, Taster gross, 3gliedrig (springen weit vor, sind die sogenannten Hörner des Schmetterlingskopfes). Die langen halbrinnenförmigen Aussenladen des Unterkiefers werden durch ineinander greifende Klammern und Hacken zu einem spiralig einrollbaren Saugrüssel vereint. Die dreieckige häutige Oberlippe schliesst einen schmalen dorsalen und die herzförmige häutige Unterlippe einen schmalen ventralen Spalt des Saugrohres. Der Vorderdarm bildet eine Seitentasche: Vormagen mit langem Stiele. 6 Malpighi'sche Gefässe (knorriges Aussehen), je 3 münden durch einen gemeinsamen Gang in den Enddarm. 1 Stigma am Prothorax, 8 Stigmen an 8 Abdominalsegmenten. Die 11 Ganglienpaare der Raupe werden in der Puppenzeit in 2 Brust- und 5 Abdominalganglienpaare zusammengeschoben. Ein rechter und linker Hodenschlauch (verschmelzen häufig). Ovarium je 4 Eiröhren, Ei- und Nährkammern alternieren, aber äusserlich sind beide einem Abschnitte der Eiröhre zugehörig. Die Begattungstasche mündet getrennt von der Genitalöffnung, ist durch besonderen Kanal mit der Samentasche verbunden. Über 20000 Arten.

1. Gruppe: Microlepidoptera.

Familie: Tortricidae — Wickler.

Tortrix rosana (L.) — Heckenwickler. *Europa.*

Familie: Tineidae — Motten.

Tinea pellionella (L.) — Kleidermotte. *Europa.*

Familie: Pterophoridae — Federmotten.

Pterophorus pentadactylus (L.) *Europa.*

2. Gruppe: Macrolepidoptera.

I. Unterordnung. Geometrina — Spanner.

Rüssel schwach. Fühler borstenförmig mit verdicktem Schafte. Hinterleib schlank. Die Raupen besitzen nur am 6. und 9. Segmente Abdominalfüsse.

Abraxas grossulariata (L.) — Stachelbeerspanner. *Deutschland.*
Cheimatobia brumata (L.) — Frostspanner. *Europa.*

II. Unterordnung. Noctuina — Eulen.

Fühler lang borstenförmig. Körper anliegend behaart. Hinterleib dick.
Agrotis segetum (Hübn.) — Saateule. *Europa.*
Catocala nupta (L.) — Rotes Ordensband. *Deutschland.*

III. Unterordnung. Bombycina — Spinner.

Fühler kurz gekämmt. Rüssel schwach. Körper dicht wollig behaart. Hinterleib dick, hinten abgerundet.

Bombyx mori (L.) — Seidenspinner. *Südasien.*
Gastropacha pini (L.) — Kiefernspinner. *Europa.*
Psyche unicolor (Hfn.) — Sackspinner. *Deutschland.*

IV. Unterordnung. Sphingina — Schwärmer.

Fühler prismatisch. Körperende spitz.

Sphinx euphorbiae (L.) — Wolfsmilchschwärmer. *Europa.* (I. T., p. 91).

V. Unterordnung. Rhopalocera — Tagfalter.

Fühlerende keulenförmig. Leib schlank. Flügel gross kräftig.

Vanessa Jo (L.) — Tagpfauenauge. *Europa.*
Pieris brassicae (L.) — Kohlweissling. *Europa.*
Lycaena Icarus (Rott.) — Bläuling. *Europa.*

XIV. Ordnung. Diptera.

Körper nackt oder borstig behaart. Kopf kugelig, frei beweglich. Augen gross, häufig 3 Nebenaugen. Prothorax kurz, Mesothorax stark, Metathorax kurz, gegen Abdomen gedrängt. Alle Brustsegmente verwachsen. Vorderflügel dünnhäutig glashell, nackt. Hinterflügel klein, stellen die sog. Schwingkolben — Halteren dar. Legeröhre der Weibchen häufig eingezogen, selten frei; wird von den letzten eingezogenen Segmenten, nicht von Anhängen derselben gebildet. Fünfgliedrige Tarsen mit 2 Krallen, Afterklaue und 2 Haftläppchen, um an glatten Flächen emporzukriechen. Die meist kauenden Mundteile der Larve werden in einen dolchbewehrten Rüssel umgebildet. Mandibeln borstenförmig (fehlen ♂). I. Maxillen schlanke Borsten (oft rudimentär), Taster 1—5gliedrig (selten fehlend). II. Maxillenpaar verschmilzt zu walzenförmiger Halbrinne, Taster werden Lippenkissen — Labellae. Die verlängerte spitze halbrunde Oberlippe und die halbrinnenförmige Unterlippe schliessen das Rüsselrohr, welches auf der weichen kegelförmigen Kopfunterseite befestigt ins Innere des Kopfes gezogen werden kann. Die Halbrinne der Oberlippe wird geschlossen durch die in Falz und Nut eingeschobenen Oberkiefer und wenn diese fehlen, durch den borstenartig verlängerten Epipharynx. In der Rinne der Unterlippe liegen die beiden Unterkiefer. Haupttracheenstämme im Abdomen blasig erweitert. Der Vorderdarm bildet im Thorax einen gestielten Saugmagen. 4 lange Malpighi'sche Gefässe, je 2 münden durch gemeinsamen Gang. 1 Paar lange gewundene Hodenschläuche. Ovarium mit vielen Eiröhren. Alternierende Ei- und Nährkammern liegen

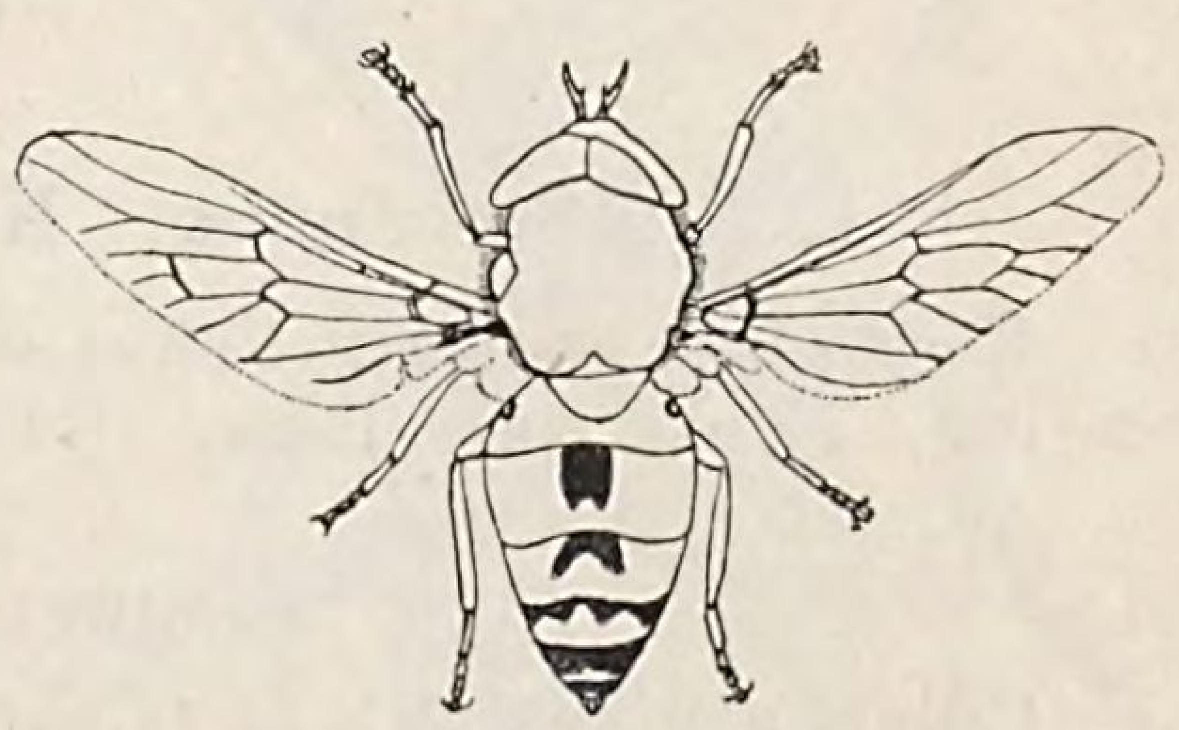


Fig. 121.
Tabanus bovinus. Nach Burmeister.

in je einer gemeinsamen Anschwellung der Röhre. Begattungstasche fehlt, dreifache Samentasche, paarige Kittdrüsen. Alle Ganglien der Thorakal- und Abdominalsegmente verschmelzen oft in eine grosse Thorakalganglienmasse, den Larven fehlen stets die Thoraxbeine. 15—18000 Arten.

I. Unterordnung. Brachycera — Fliegen.

Kurze Beine. Halteren meist von einem Schüppchen bedeckt. Antennen kurz dreigliedrig.

Familie: Tabanidae.

Tabanus bovinus (L.) — Rinderbremse (Fig. 121).

Familie: Asilidae.

Asilus crabroniformis (L.) — Raubfliege. *Deutschland.*

Familie: Oestridae.

Oestrus ovis (L.) — Schafbiesfliege. Legt ihre Eier an die Nasenlöcher des Schafes. Die Larven schmarotzen in der Stirnhöhle desselben.

Gastrophilus equi (Fabr.) — Pferdemagenbremse. Legt ihre Eier an die Kniebeuge oder das Schultergelenk der Pferde, die Larven kriechen ins Maul, haken sich an der Magenwand fest und werden schliesslich mit dem Kote entleert.

Familie: Muscidae.

Unterkiefer ganz schwach.

Musca domestica (L.) — Stubenfliege.

II. Unterordnung. Nematocera — Mücken.

Körper lang gestreckt. Fühler sechs- bis vielgliedrig. Flügel gross. Halteren frei. Dünne lange Beine. Rüssel kurz.

Familie: Culicidae.

Culex pipiens (L.) — Gemeine Schnacke. Die Larven leben im Wasser.

Familie: Tipulidae.

Tipula gigantea (Schr.) — Bachmücke.

Familie: Cecidomyidae — Gallmücken.

Cecidomyia rosaria (Löw.) — Rosengallmücke. Die Larven leben in Gallen und vermehren sich durch Pädogenese.

III. Unterordnung. Pupipara — Lausfliegen.

Gedrungener Körper, Abdomen breit. Fühler kurz.

Familie: Hippoboscidae.

Hippobosca equina. — Pferdelausfliege. Auf der Haut (Bauch, Flanken, unter'm Schwanz) von Pferden und Rindern.

Familie: Braulidae.

Braula coeca (Nitsch). — Bienenlaus. *Auf Honigbienen.*

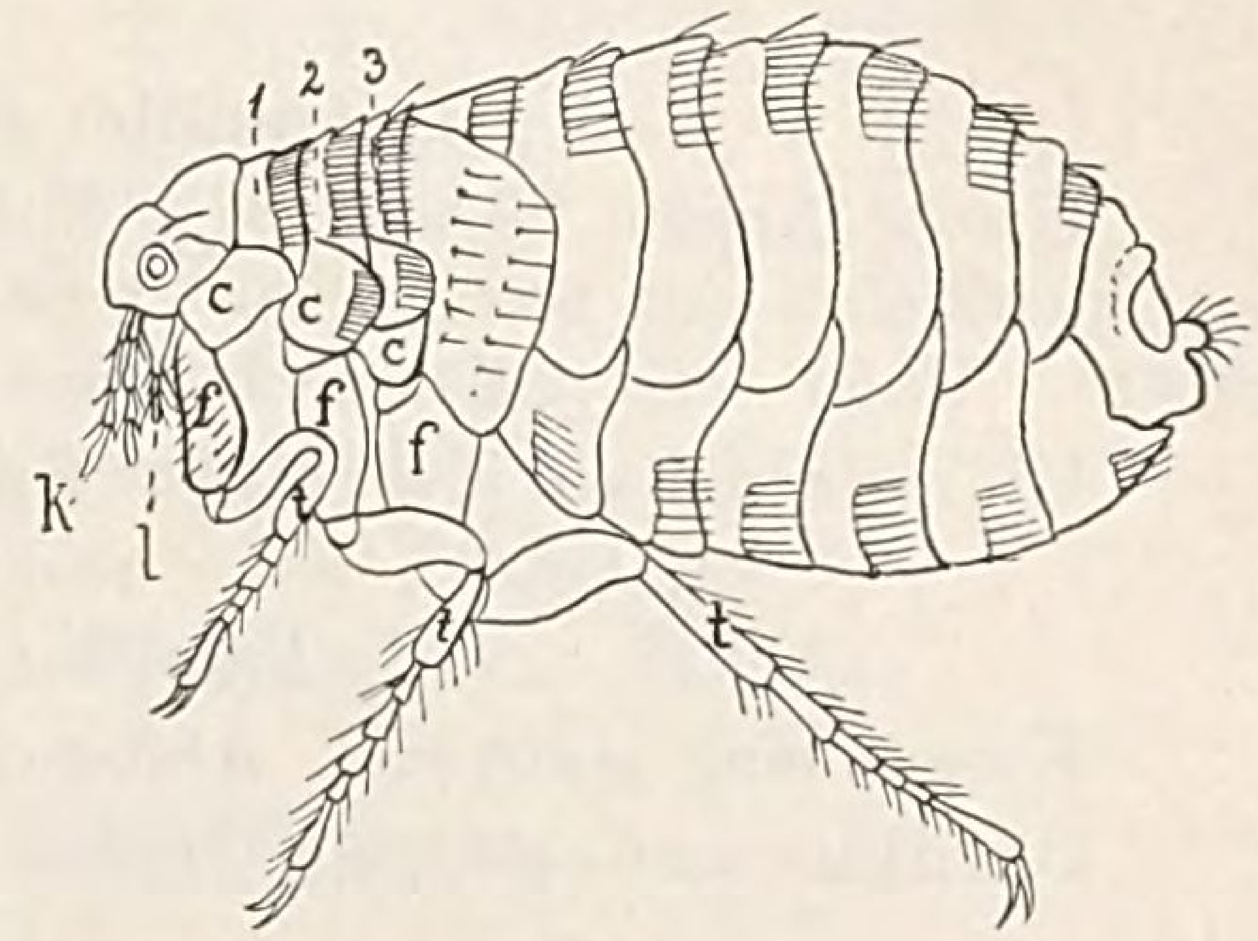


Fig. 122.
Pulex irritans L. Nach Hayeck.
c Coxa, *f* Femur, *k* Kiefertaster, *l* Lippentaster, *t* Tibia, *1*, *2*, *3* Thoraxsegmente.

XV. Ordnung. Siphonaptera.

Körper seitlich komprimiert. Fühler sehr kurz dreigliedrig. Facettenaugen fehlen, nur Punktaugen. Thoraxsegmente getrennt, ungleich entwickelt. Flügel fehlen. Hinterbeine kräftige Sprungbeine. Mandibeln gezähnte Chitinleisten. I. Maxille kurz, breite ohrmuschelförmige Platte, 4gliedriger Taster II. Maxillen breite Platten mit 4gliedrigem Taster. Die lange spitze Oberlippe, Mandibeln und Unterlippe schliessen ein Saugrohr. Saugmagen fehlt. 4 lange Malpighi'sche Gefässe. Nervenknoten getrennt. Larve fusslos mit beissenden Mundteilen. 25 Arten.

Pulex irritans (L.) — Gemeiner Floh. Fühler sehr kurz (Fig. 122).

Sarcopsylla penetrans (L.) — Sandfloh.

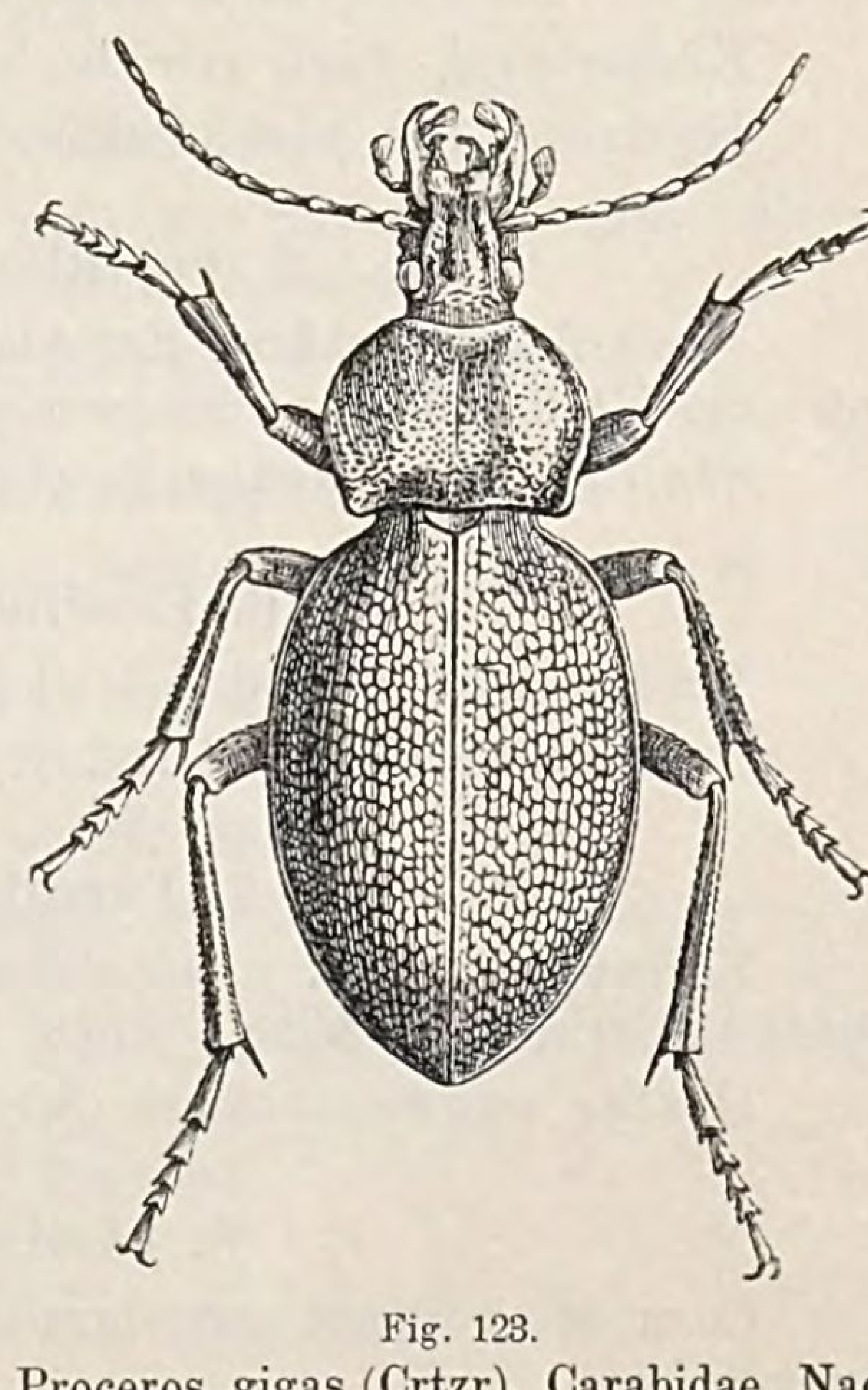


Fig. 123.
Proceros gigas (Crtzr), Carabidae. Nach Küster.

XVI. Ordnung. Coleoptera — Käfer.

Die Vorderflügel sind hart hornig, stossen median in gerader Naht zusammen und bedecken den grösseren Teil des Abdomens samt den Hinterflügeln. Sie sind also wahre Flügeldecken — Elytra, die Hinterflügel sind häutig mit wenigen starken Adern, quer und längs gefaltet. Kopf meist etwas dem Prothorax eingesenkt. Antenne 11gliedrig. Nebenaugen selten. Prothorax gross und auffallend, frei beweglich auf dem Stiel des kleineren Mesothorax; Metathorax sehr gross. Abdomen breit am Thorax sitzend. Die Rückenplatten aller Abdominalsegmente vorhanden. Erste Bauchschuppe, oft etliche der folgenden fehlen. Je ein Stigma am Meso- und Metathorax.

8 Abdominalstigmen. Tarsen 5- und 4gliedrig mit 2 Krallen. Kauende Mundwerkzeuge der Larve und Imago. Der Vorderdarm bildet oft hinter dem Kropfe einen muskulösen Kaumagen. Darm stark gewunden. 4—6 feine Malpighi'sche Gefässe. Oft verschmelzen die letzten Thorax- und ersten Abdominalganglien. Kräftiger Begattungsapparat. 80 000 Arten.

1. Familie: Cicindelidae.

Grosse Augen. Sichelförmige Mandibeln stark vorragend. Innere Lade des Unterkiefers mit beweglichen spitzen Hacken. Beine lang, zart, 5 Zehenglieder. Unter- und meist auch Oberseite metallglänzend. Fleischfresser.

Cicindela hybrida (L.) — Sandkäfer. *Europa.*

2. Familie: Carabidae.

Körper lang gestreckt. Abdomen oval. Kräftige Mandibeln.

Carabus cancellatus (Illig.) — Laufkäfer. *Europa.* (Fig. 122).

3. Familie: Dyticidae.

Körper flach oval. Ruderbeine flach mit Borsten zur Vergrösserung der Ruderfläche. Hinterbeine nur horizontal beweglich.

Dyticus marginalis (L.) — Gelbrand. *Europa.*

4. Familie: Hydrophilidae.

Körper oval, hoch gewölbt, ventral flach. Fühler kurz keulenförmig.

Hydrophilus piceus (L.) — Wasserkäfer. *Europa.*

5. Familie: Staphylinidae.

Vorderflügel verkürzt, das Abdomen nicht deckend. Hinterflügel ganz unter die Vorderflügel zurückgeschlagen. Beine kurz.

Staphylinus caesareus (Cederh.) *Europa.*

6. Familie: Pselaphidae.

Vorderflügel das Abdomen nicht deckend. Fühler mit grossem Endknopf.

Pselaphus Heisei (Herbst). *Nord-, Mitteleuropa.*

7. Familie: Histeridae.

Körper kurz oval, plattgedrückt, Flügeldecken nicht bis zum Ende des Abdomens reichend. Flache kurze Beine, einziehbar. Vordere Grabbeine.

Hister quadrinotatus (Scriba). — Stutzkäfer. *Europa.*

8. Familie: Silphidae.

Coxa der vorderen und mittleren Beine kegelförmig vortretend. Fühler keulenförmig.

Necrophorus vespillo (L.) — Totengräber. *Europa.*

9. Familie: Trichopterygidae.

Flügelkanten mit langen Haaren.

Ptilium minutissimum (GYLL.) *Nördliches Mitteleuropa.* Der kleinste Käfer!

10. Familie: Nitidulidae.

Körper gedrungen, flach gedrückt. Beine kurz.

Meligethes aeneus (FABR.) — Rapsglanzkäfer. *Europa.*

11. Familie: Cryptophagidae.

Cryptophagus cellaris (SCOP.). *Europa.*

12. Familie: Dermestidae.

Körper walzenförmig. Fühler kurz. Ein Punktauge.

Dermestes lardarius (L.) — Speckkäfer. *Europa.*

13. Familie: Lamellicornia.

Fühler mit blätteriger Endkeule.

Lucanus cervus (L.) — Hirschschröter. *Europa.* Oberkiefer ungeheuer gross, geweihförmig. Lecken Pflanzensäfte.

Dynastes hercules (L.) — Herkuleskäfer. *Mittel-, Südamerika.*

Goliathus Druryi (WESTW.) — Goliathkäfer. *Oberguinea.*

Melolontha vulgaris (FABR.) — Maikäfer. *Europa.*

Ateuchus sacer (L.) — Heiliger Pillenkäfer. *Südeuropa, Nordafrika.*

14. Familie: Buprestidae.

Lang gestreckt, walzenförmig oder flach. Hinterende spitz. Kleiner Kopf tief im Halsschilde. Laden des Unterkiefers häutig.

Euchroma gigantea (L.). *Brasilien.*

15. Familie: Elateridae.

Körper gestreckt. Hinterende spitz. Schnellvorrichtung zwischen Pro- und Mesothorax.

Elater sanguineus (L.) — Schnellkäfer. *Europa.*

16. Familie: Lampyridae.

Vorderflügel weich. Weibchen häufig ungeflügelt. Leuchtorgane am Abdomen.

Lampyris noctiluca (L.) — Johanniswürmchen. *Europa.*

17. Familie: Meridae.

Körper gestreckt. Haarig.

Trichodes apiarius (L.) — Bienenfresser. *Europa.*

18. Familie: Melanosomata.

Tarsen der Vorder- und Mittelbeine 5 gliedrig, der Hinterbeine 4 gliedrig. Dunkel gefärbt. Ca. 4500 Arten.

Blaps gigas — Totenkäfer.

19. Familie: Vesicantia.

Lytta vesicatoria (L.) — Spanische Fliege. *Europa.*

20. Familie: Curculionidae.

Mundwerkzeuge am rüsselartig verlängerten Kopfe. Ca. 11 000 Arten.

Otiorhynchus niger (F.) — Fichtenrüsselkäfer. *Mitteleuropa.*

21. Familie: Brenthidae.

Lang gestreckt. Kopf in einen langen gerade vorgestreckten und drehrunden Rüssel verlängert.

Brenthus anchorago (F.). *Südamerika.*

22. Familie: Bostrychidae.

Klein walzig. Kopf breit. Mandibeln vorstehend. Beine kurz.

Hylurgus ligniperda (Fabr.) — Kiefernbastkäfer. *Europa.*

23. Familie: Cerambycidae.

Antennen sehr verlängert. Beine schlank.

Cerambyx cerdo (L.) — Eichenbock. *Europa.*

24. Familie: Chrysomelidae.

Kurz gedrungen. Kopf tief in die Brust versenkt.

Cassida equestris (Fabr.) — Schildkäfer. *Europa.* Seitenrand der Flügeldecken breit vorspringend.

Haltica oleracea (L.) — Erdfloh, *Europa.* Springbeine. Hinterschenkel sehr muskelkräftig.

Chrysomela cerealis (L.) — Blattkäfer, *Europa.* Eiförmig, farbenprächtig.

25. Familie: Coccinellidae.

Körper stark gewölbt, ventral flach. Fühler keulenförmig. Nur drei Tarsalglieder.

Coccinella septempunctata (L.) — Marienkäfer. *Europa, Asien.*

XVII. Ordnung. Hymenoptera.

Kopf breiter als lang, meist 3 Nebenaugen. Alle Thoraxsegmente verwachsen. Prothorax kurz, Mesothorax sehr stark, Metathorax klein. Prosternum mit I. Beinpaar frei beweglich. Flügel dünnhäutig, verhältnismässig arm geadert, beim Fluge zusammengehakt. Vorderflügel grösser. Abdomen 10 Segmente. Der erste Abdominalring oft stark verengt. I. Bauchplatte fehlt, I. Rückenplatte an den Metathorax geschoben. Legestachel im achten und neunten Abdominalsegment. Begattungsorgane am 9. Segment. Die beissenden Mundteile der Larve werden vielfach in einen Saugrüssel (Fig. 112) umgebildet. Mandibeln bezahnt, I. Maxille: Kauladen verwachsen, Taster

verkümmert, Stamm gestreckt. II. Maxillen: innere Laden verwachsen (sog. Zunge), äussere Laden klein (sog. Nebenzunge), Taster sehr gross, Stamm verlängert. Hauptstämme des Tracheennetzes im Abdomen oft blasig erweitert. Grosse Speicheldrüsen. 12—150 kurze zarte Malpighische Gefässe. An den Ovarialschläuchen sind die alternierenden Ei- und Nährkammern durch äusserliche Einschnürungen geschieden. Eine Giftdrüse mündet an der Legescheide. 20—25000 Arten. Viele polymorphe Arten.

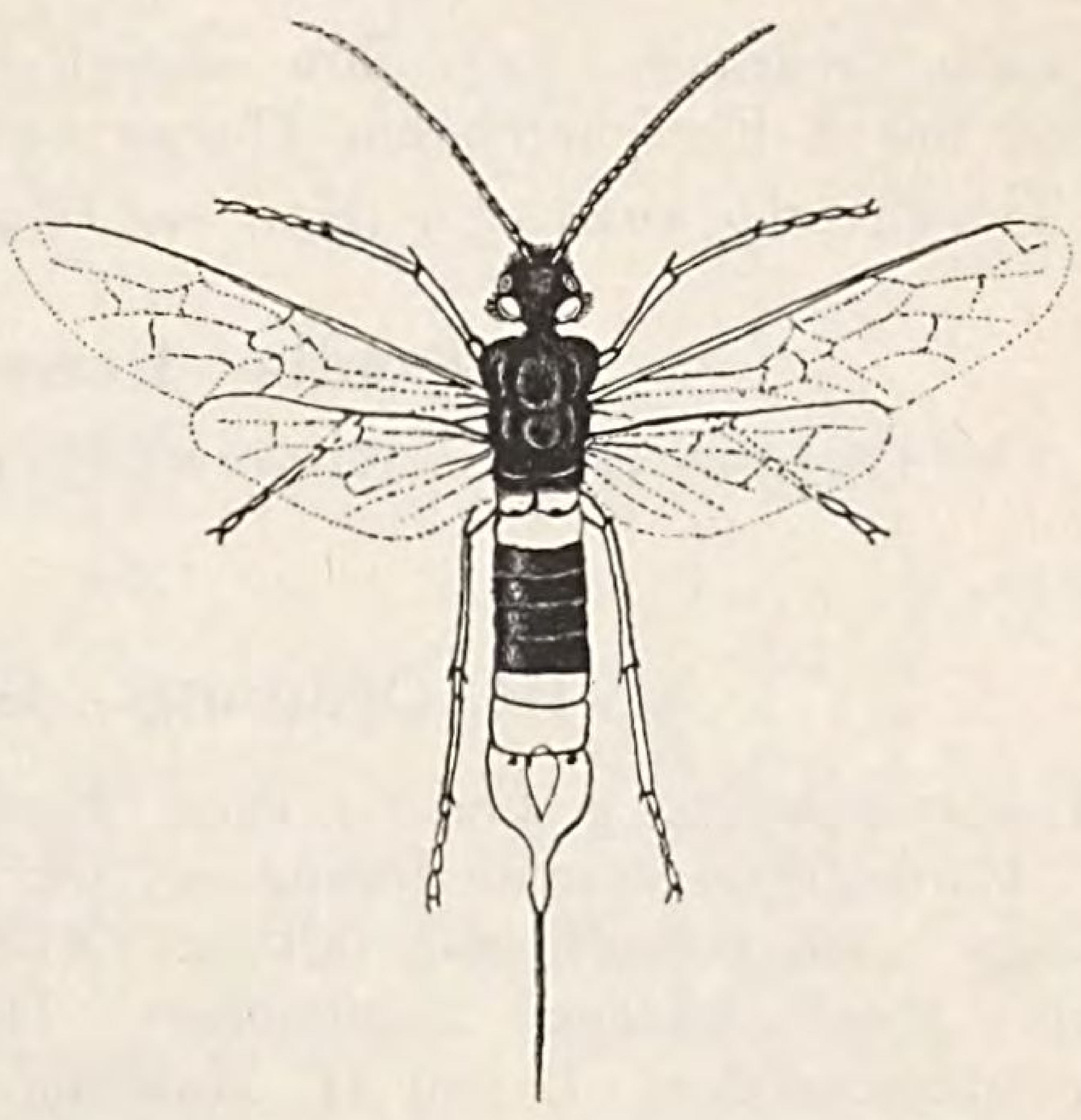


Fig. 124.
Sirex gigas. Nach Burmeister.

Familie: Apidae.

Erstes Tarsalglied der Hinterbeine abgeplattet und seine mediale Fläche dicht behaart.

Apis mellifica (L.) — Honigbiene. *Erde.*

Bombus terrestris (L.) — Erdhummel. *Deutschland.*

Familie: Vespidae.

Erstes Tarsalglied der Hinterbeine walzig, wenig behaart.

Vespa crabro (L.) — Hornisse. *Deutschland.*

Familie: Crabronidae.

Hinterleib gestielt.

Sphex maxillosa (Fabr.). *Südeuropa.*

Familie: Formicidae.

Flügel vergänglich.

Formica rufa (L.) — Waldameise. *Europa, Nordamerika.*

Familie: Ichneumonidae.

Hinterleib gestreckt, Legeröhre weit vorstehend.

Ichneumon pisorius (Wesm.) — Schlupfwespe. *Deutschland.* Larven in Raupen schmarotzend.

Pimpla scanica (Vill.). *Deutschland.* Larven in den Puppen des Eichenwicklers schmarotzend.

Familie: Braconidae.

Microgaster glomeratus (L.). *Deutschland.* Larven schmarotzen in den Raupen des Kohlweisslings.

Familie: Cynipidae.

Abdomen seitlich komprimirt. Legeröhre verborgen.

Cynips quercus folii (Htg.) — Eichenblattgallwespe. *Deutschland.* Larven in Gallen der Eichenblätter lebend.

Familie: Tenthredinidae.

Leib drehrund. Legeröhre sägenförmig. Die Larven, sog. Afterraupen mit 3 Fusspaaren am Thorax und 6—8 Fusspaaren am Abdomen.

Tenthredo scalaris (Kl.) — Blattwespe. *Deutschland.*

Familie: Uroceridae.

Sirex gigas (L.) — Riesenholzwespe. *Deutschland.* (Fig. 123).

XVIII. Ordnung. Strepsiptera.

Thoraxsegmente gesondert, Pro-, Mesothorax schmal, Metathorax sehr gross. Vorderflügel stummelförmig, an der Spitze gerollt; Hinterflügel gross, der Länge nach fächerförmig faltbar. Abdomen 9 Segmente. Füsse 2—4-gliedrig. Mundwerkzeuge verkümmern. Die Spitzen der langen Mandibeln greifen übereinander. I. und II. Maxillen verwachsen in ein Stück. Eierstöcke ohne Eileiter, Eier in Leibeshöhle entwickelt. Nur die ♂ erreichen die Vollendung. ♀ werden als ungeflügelte beinlose, Augen und Fühler entbehrende Larvenformen geschlechtsreif, verlassen niemals ihre Puppenhülle, die zwischen den Hinterleibsringen verschiedener Hymenopteren (Kopfende vorschauend) steckt. ♂ leben nur wenige Stunden. Die jungen Larven besitzen 3 Beinpaare.

Stylops melittae (Korby). *Europa.* An den Arten der Bienengattung Andrena.

Xenos vesparum (Rossi). *Europa.* An Grabwespen.

II. Klasse. Arachnoidea.

Der Körper ist weniger scharf in Segmente gegliedert und zeigt nur zwei Hauptregionen: den vorderen einheitlichen Cephalothorax und das Abdomen. Der Cephalothorax trägt keine Fühler und keine Flügel, nur zwei Paare von Mundanhängen und vier Paare von sechsgliedrigen Beinen. Das Abdomen zählt 6—12 Segmente, deren ventrale Beinhöcker früh zurückgebildet werden. Am Munde stehen zwei Paare von Kieferhöckern; sie wachsen aus als

1) zwei- bis dreigliedrige Fäden — Kieferfühler, Cheliceren, mit einem klauenförmigen Endgliede, welches entweder scherenartig gegen einen Fortsatz des vorletzten Gliedes bewegt oder gegen dasselbe einfach eingeschlagen wird (Fig. 128, 131).
2) mehrgliedrige Fäden — Kiefertaster, Pedipalpen, deren Basalglied eine kräftigeKaulade bildet (Fig. 128, 131).

Die Leibeshöhle ist im ganzen Körper vorhanden, aber durch den Fettkörper zwischen den Eingeweiden eingeengt. Das Nervensystem weist

in früher Jugendzeit die strickleiterförmige Ordnung auf, später verschmelzen bei vielen Arten die einzelnen Ganglienknoten in ausgedehnter Weise, sehr häufig nicht bloss die sämtlichen Ganglien des Abdomens, sondern auch des Cephalothorax. Die einfachen Augen sind in Gruppen von 2—12 Stück auf die obere Vorderfläche des Cephalothorax gestellt.

Die ektodermalen Darmabschnitte sind kurz. Der Vorderdarm (Fig. 125) bildet einen muskulösen Pharynx mit Speicheldrüsen und eine enge Speiseröhre. Der mächtig entfaltete Mitteldarm treibt zahlreiche tubulöse Ausstülpungen sowohl im Cephalothorax wie im Abdomen. Der kurze Enddarm stülpt nur ein Paar Malpighi'scher Gefässe aus, oft ist seine dorsale Wand blasig aufgetrieben.

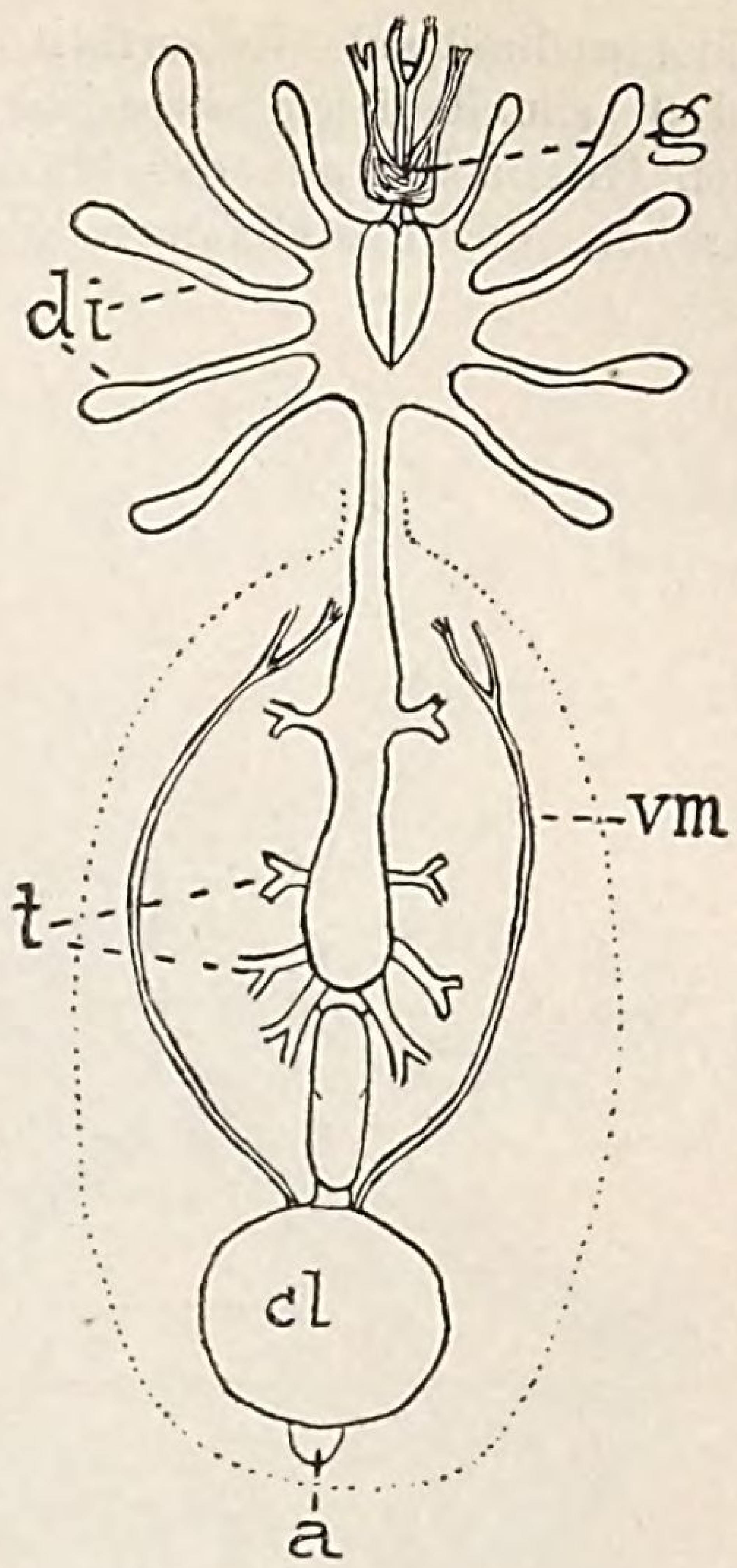


Fig. 125.
Darm von Mygale caementaria Latr. Nach Carus.
a After, *cl* Enddarm, *di* Taschen des Mitteldarms im Cephalothorax, *g* Ganglion, *t* Taschen des Mitteldarms im Abdomen, *vm* Malpighische Gefässe.

Das Herz, teils als langer vielkammeriger Schlauch, teils als gedrungenes Säckchen mit seitlichen Ostien liegt unter der Dorsalwand des Abdomens und verlängert sich in ein den Cephalothorax durchziehendes Blutgefäss — Aorta cephalica. Die Atemluft wird in ein Tracheennetz oder in blasig erweiterte Tracheenblasen — sog. Lungen eingesogen, deren respiratorische Innenfläche durch einspringende Falten gesteigert wird (Fig. 126). Die Stigmata liegen an den Abdominalringen, seltener an der hintern Grenze des Cephalothorax.

Die Arachnoiden sind meist getrennten Geschlechtes. Die paarigen oft median verschmelzenden Gonaden betten sich dem Abdomen ein. Ihre paarigen Ausführgänge münden an einer unpaaren ventralen Geschlechtsöffnung am vordern Ende des Abdomens.

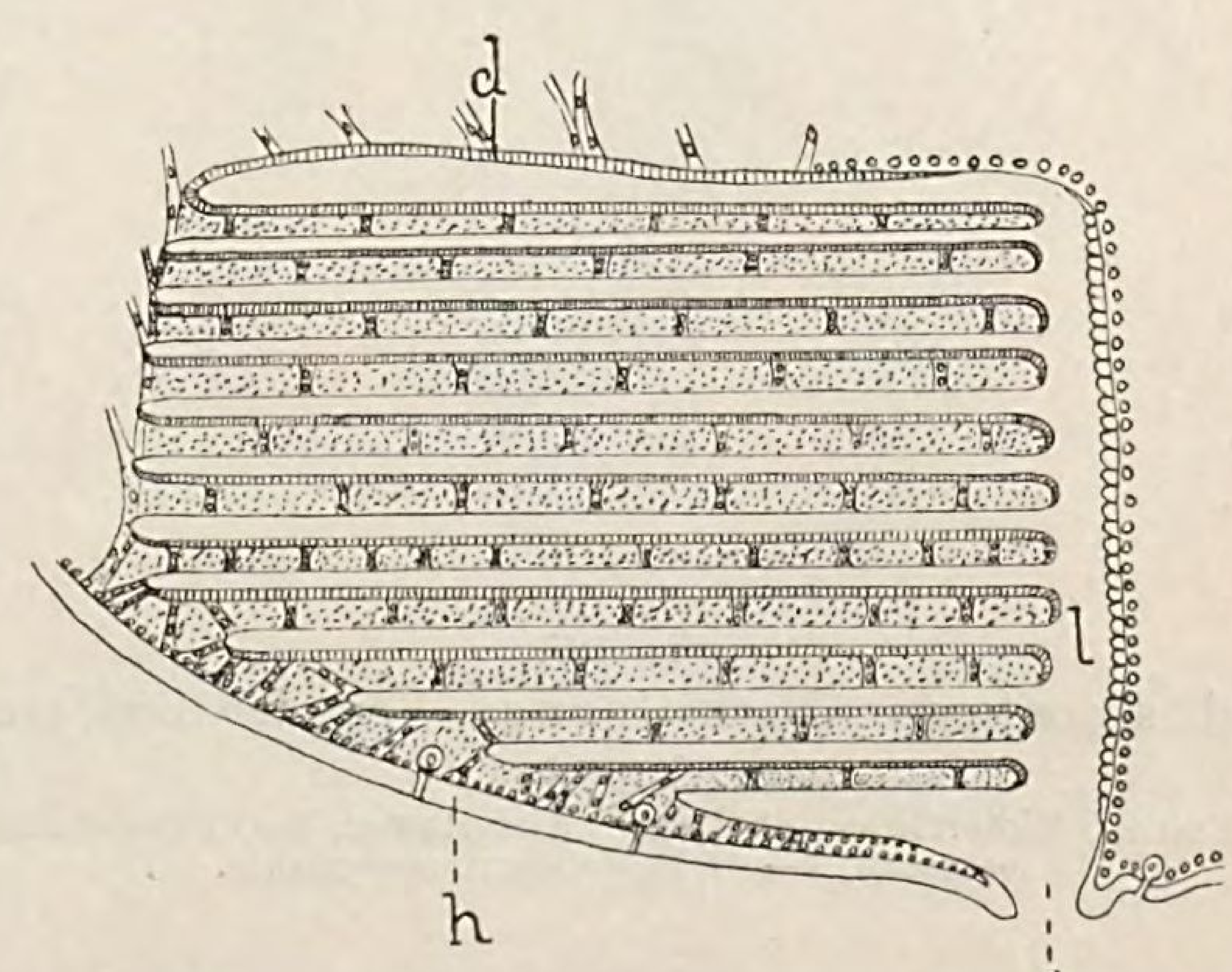


Fig. 126.
Schnitt durch die Lungenblase einer Spinne. Nach Mac Leod.
d dorsale Blasenwand, *h* ventrale Körperwand, *l* Lungenhöhle, *s* Stigma.

I. Ordnung. Scorpionidea (Fig. 127).

Dem vierseitigen gedrungenen Cephalothorax sitzt das lang gestreckte

Abdomen breit an. Es zerfällt in 7 dicke plumpe Präabdominalsegmente und 6 schmale leichtbewegliche Postabdominalsegmente, deren letztes einen Giftstachel mit der Mündung zweier Giftdrüsen besitzt. Das lebende Tier hält das Postabdomen über den Rücken erhoben. Die dreigliedrigen Cheliceren *(f)* enden mit einer Schere. Die Pedipalpen *(t)*, deren Basalglied eine kräftige Kauplatte bildet, sind beinartig verlängert sechsgliedrig und enden mit einer grossen Scheere. Die vier Paare starker Thoraxbeine tragen doppelte Krallen; ihre Basalglieder besitzen kauladenähnliche Anhänge, die später an den zwei hintern Paaren zurückgebildet werden. Die sechs Präabdominal-Segmente tragen kleine Beinhöcker; das zweite Paar derselben dient als kammförmige Deckplatten der Geschlechtsöffnung, die übrigen schwinden. Neben ihnen senken sich 4 Paare ektodermaler Lungensäcke ein, deren Wand sich in vorspringende Lamellen faltet. (Fig. 127).

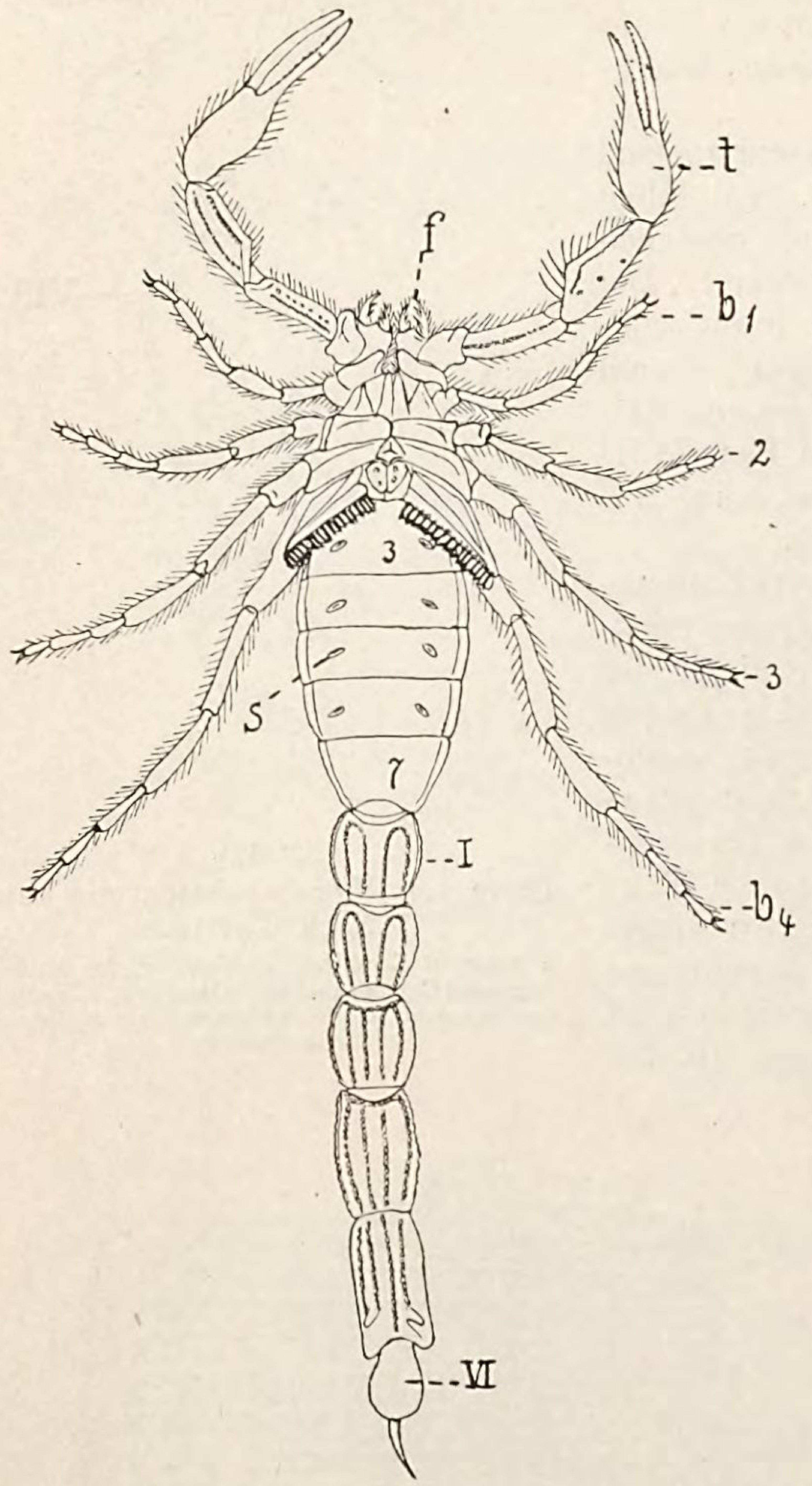


Fig. 127.
Buthus occitanus. Nach Carus. Von der Bauchseite gesehen.
b_{1-4} Beine, *f* Kieferfühler, *s* Stigma, *t* Kiefertaster, *3—7* Präabdominalsegmente, *I—VI* Postabdominalsegmente.

Das kleine Gehirn sendet Nerven zu den Cheliceren, die Thoraxganglien verschmelzen in eine grosse ovale Masse, dahinter folgen 4 präabdominale und 3 postabdominale Ganglienknoten. Jederseits stehen 2—5 Augen am vordern Rande, ferner 2 grosse Augen in der Mitte des Cephalothorax. Den kleinen birnförmigen Schlund befähigen dilatorische Muskeln als Saugorgan. Ösophagus eng mit Speicheldrüsen. Die Blindschläuche des Mitteldarmes (sog. Leber) formen eine fünflappige Masse im Präabdomen. Zwei Malpighische Gefässe münden im letzten Präabdominalsegment in den Enddarm. Der After liegt in der Gelenkhaut zwischen vorletztem und letztem Schwanzgliede.

Der langgestreckte achtkammerige (8 Ostienpaare) Herzschlauch liegt im Präabdomen, verlängert sich in eine vordere und hintere Aorta und sendet vom Hinterende jeder Kammer ein Paar Seitenarterien ab.

Die Gonadenschläuche liegen im Präabdomen. Die langen Hodenschläuche, jederseits zwei, sind durch Anastomosen verbunden. Die zwei Samenleiter treiben zwei lange und zwei kurze Blindschläuche. Bei den Weibchen treten eine mediale und zwei laterale Eiröhren auf, ebenfalls durch Anastomosen zu einem achtmaschigen Netz verschmolzen. Die paarigen Samen- und Eileiter münden am ersten Abdominalsegmente: die Weibchen gebären lebendige Jungen. Ca. 200 Arten.

Buthus occitanus (Amour.). *Mittelmeerländer.* (Fig. 127).

Euscorpius europaeus (Latr.). *Südeuropa.*

II. Ordnung. Solifugae — Walzenspinnen. (Fig. 128).

Der Cephalothorax ist in 4 Abschnitte geteilt. Der vorderste Abschnitt — sog. Kopf trägt die kräftigen Cheliceren *(f)*, deren Endglieder je eine vertikale Schere bilden, die langen fünfgliedrigen Kiefertaster *(t)* (Endglied ohne Kralle) und das erste schwache, krallenlose Beinpaar. Die drei folgenden Segmente des sog. Thorax besitzen je ein kräftiges mit einer Kralle endendes Beinpaar. Das langgestreckte walzige Abdomen besteht aus 10 Segmenten. Die baumförmig verästelten Tracheen öffnen sich an je einem Stigmenpaare des zweiten Thorax-, des zweiten und dritten Abdominalsegmentes. Das vordere und hintere Ende des Mitteldarmes treibt zahlreiche verästelte Divertikel. Zwei grosse vorstehende Punktaugen. Geschlechtsöffnung am ersten Abdominalsegmente. 1 Paar lang gestreckte Ovarialschläuche, paarige Eileiter der Weibchen. 2 Paar dünne ausserordentlich gewundene Hodenschläuche und paarige Samenleiter der Männchen. Haut dicht mit Haaren besetzt. Ca. 50 Arten.

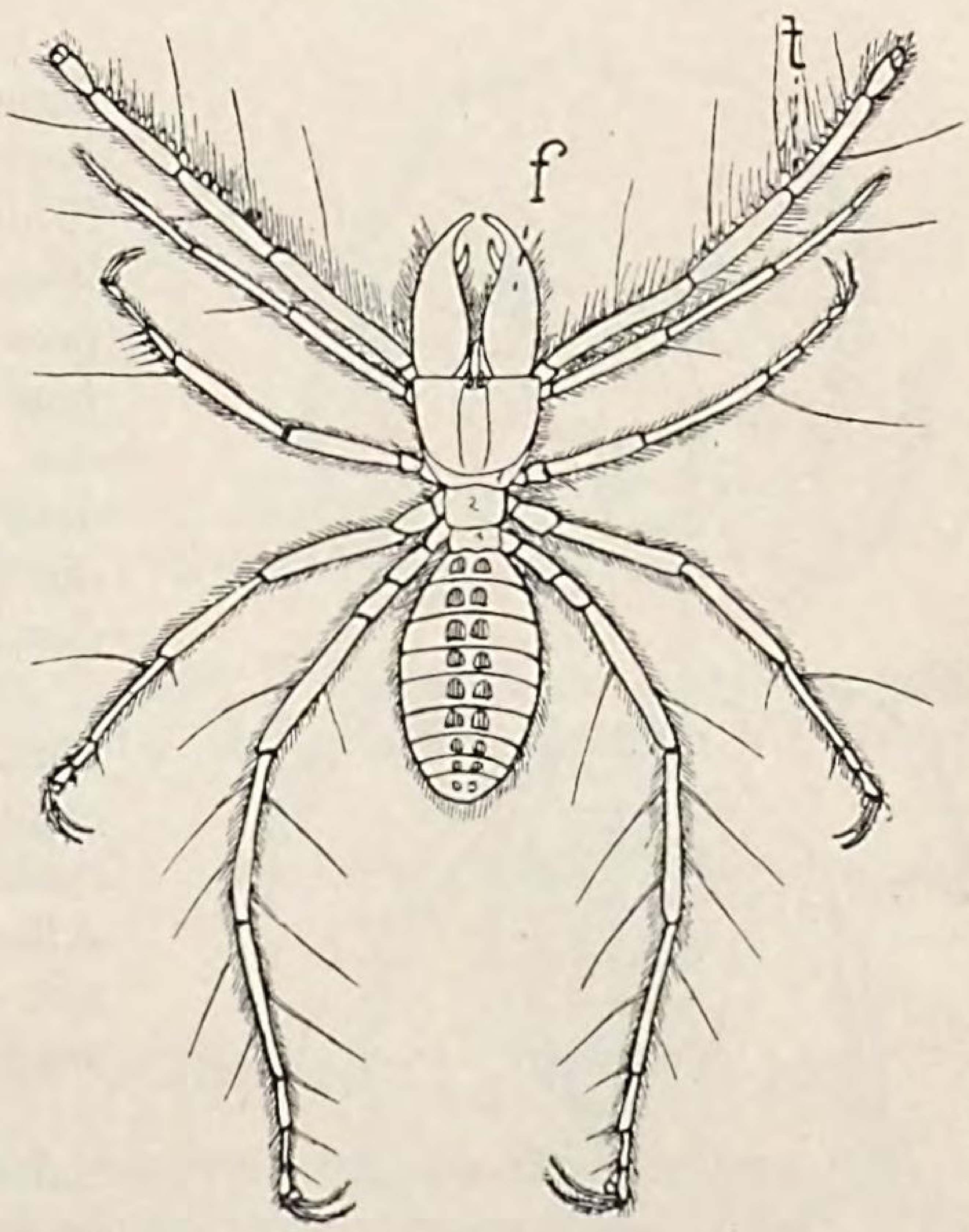


Fig. 128.
Galeodes Lucasii ♀. Nat. Gr. Nach Dufour.
f Cheliceren, *t* Kiefertaster.

Galeodes araneoides (Pall.). *Südrussland.*

III. Ordnung. Pseudoscorpionidae — Afterscorpione. (Fig. 129).

Kleine Tiere. Dem Cephalothorax sitzt zwar das platte Abdomen (11 bis 10 Segmente) breit auf, dasselbe ist jedoch nicht in ein schwanzartiges

Postabdomen ausgezogen und entbehrt des Giftstachels. Die Cheliceren und Pedipalpen sind scherenförmig. Mitteldarm mit 2 lateralen und einem unpaaren Divertikel. Herz kurz, mit wenig Ostien in den vordern (3—4) Abdominalsegmenten. Die Stigmen der zwei Paare von Röhrentracheen liegen am 2. und 3. Abdominalsegmente. Spinndrüsen münden nahe der Geschlechtsöffnung am 2. Abdominalsegmente. 0, 1, 2 Augenpaare.

Chelifer cancroides (L.) — Bücherskorpion.

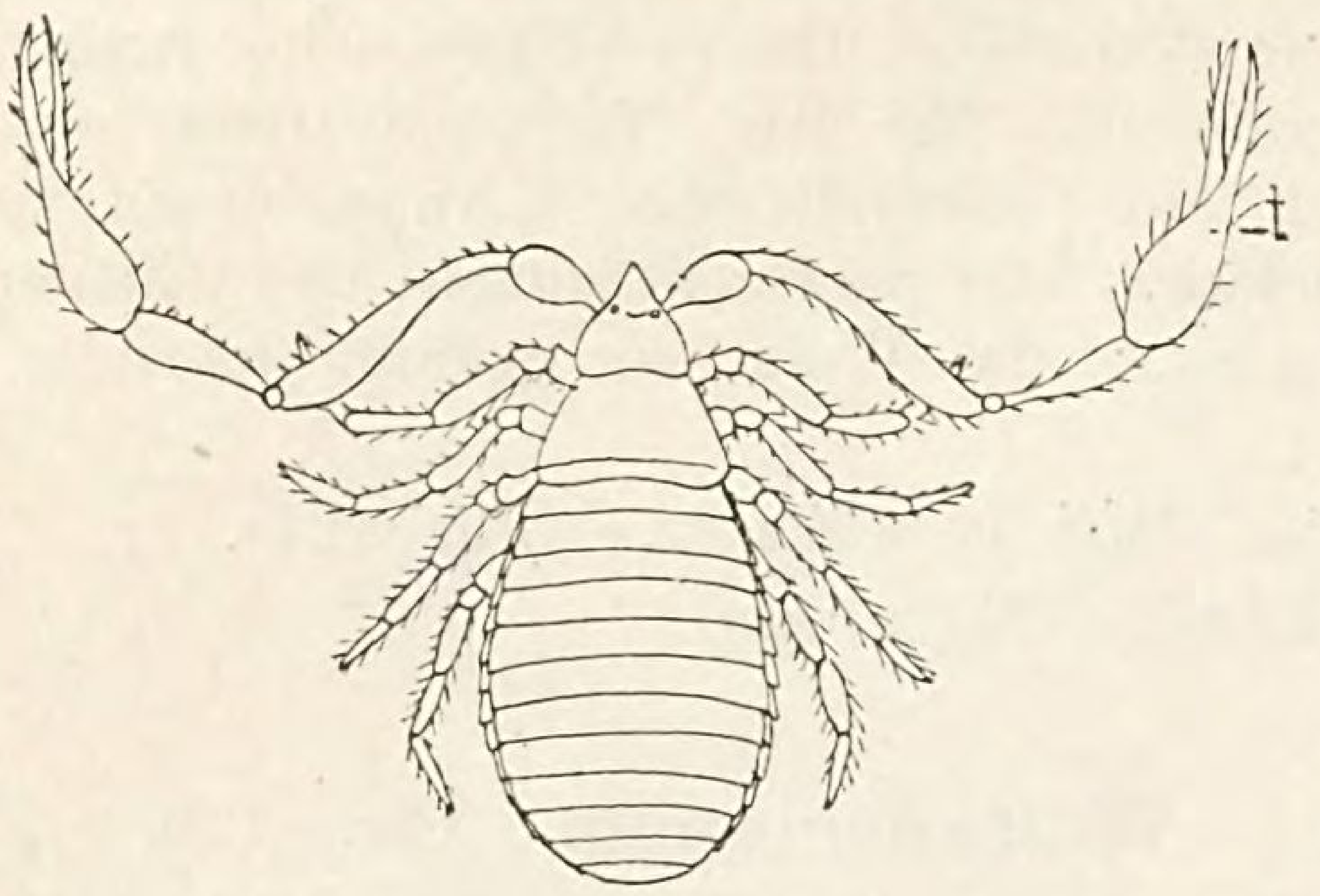


Fig. 129.
Chelifer cancroides. Nach Hahn.
t Kiefertaster.

IV. Ordnung. Pedipalpi — Scorpionspinnen.

(Fig. 130).

Grosse Tiere. Cephalothorax gross einheitlich. Abdomen abgeplattet, 11—12 Segmente, vom Cephalothorax klar abgesetzt. Kieferfühler klauenförmig. Kiefertaster gross, klauen- oder scherenförmig. I. Beinpaar lang dünn, ohne Klauen. 4 Augenpaare: 2 grössere Augen in der Mitte der Kopfbrust, 6 kleine Augen hinter dem Stirnrande. 2 Paar Lungensäcke die Stigmen am zweiten und dritten Abdominalsegmente.

Gattung Thelyphonus. 12 Abdominalsegmente, die drei letzten sind sehr enge und bilden einen postabdominalen Anhang, der einen langen, gegliederten Afterfaden trägt. Die Kiefertaster enden mit einer Scheere, ihre Kauladen verwachsen median.

Gattung Phrynus. 11 Abdominalsegmente. Kiefertaster sehr stark, enden mit grosser Klaue, ihre Kauladen getrennt. Lebendig gebärend.

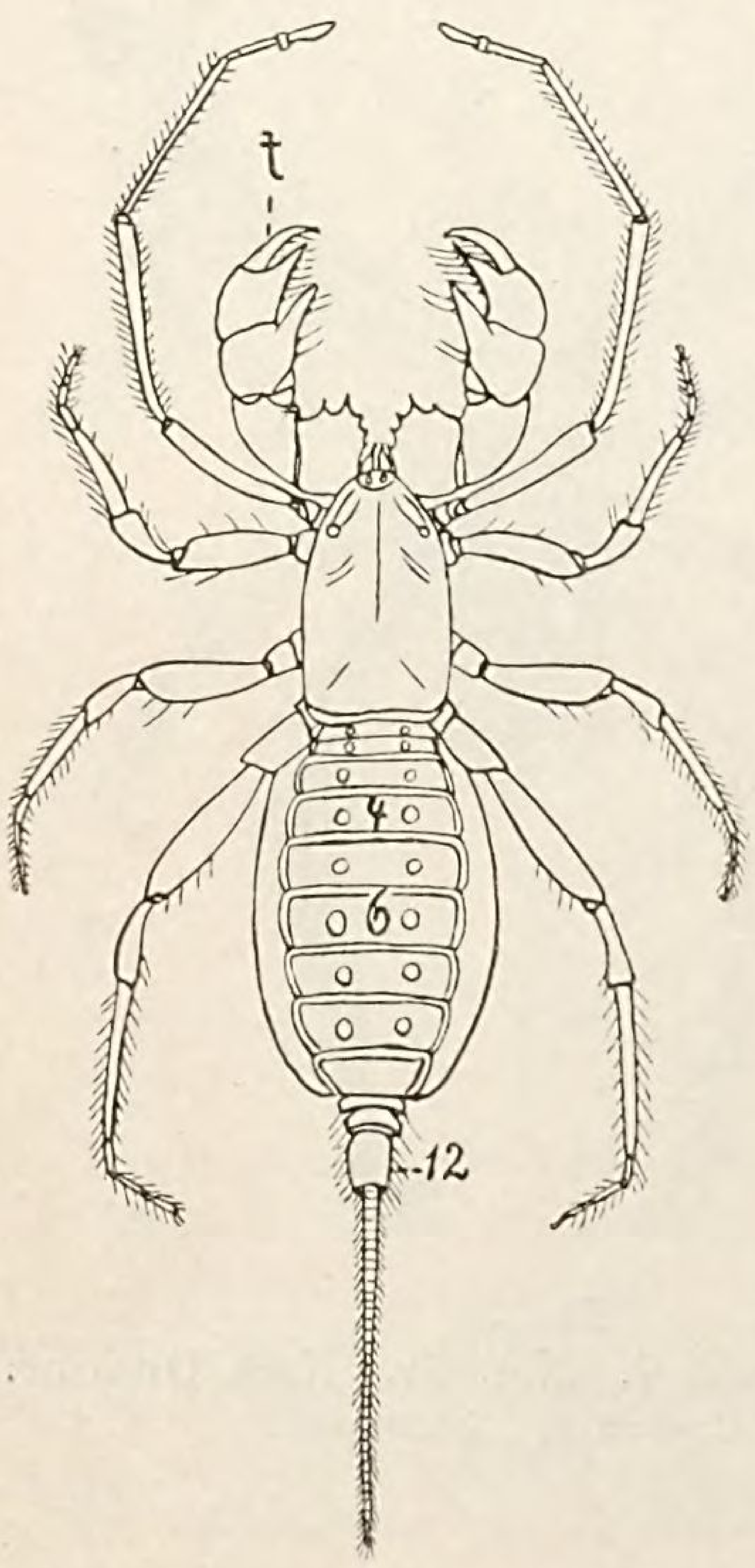


Fig. 130.
Telyphonus insulanus. Nach Koch.
t Kiefertaster.

V. Ordnung. Phalangida — Afterspinnen. (Fig. 131).

Das gedrungene Abdomen (6—8 Segmente) sitzt dem kurzen Cephalothorax breit auf. Kieferfühler *(f)* dreigliedrig scherenförmig, ventral eingeschlagen. Kiefertaster *(t)* fünfgliedrig, beinförmig mit Klauen. 4 Paar langer dünner Beine, deren Endglied in eine grosse Zahl kleiner Stücke geteilt ist;

die beiden vordern Paare tragen Kauladen. Grosser Brustganglienknoten und 2 Abdominalknoten, 2 oder 4 Punktaugen auf einer Erhebung des Cephalothorax, Vorderdarm kurz, Mitteldarm geräumig mit 30 Blindsäcken, die durch sechs seitliche und ein vorderes Paar Öffnungen münden. 2 Malpighi'sche Gefässe. Herz mit drei Kammern, einer vorderen und hinteren Aorta. Verzweigte Röhrentracheen. Ein Stigmenpaar am vordern Abdominalsegmente. Die paarigen Hoden, Ovarien verschmelzen zu hufeisenförmigen Schläuchen. Genitalöffnung zwischen dem hintern Beinpaare. Das Männchen

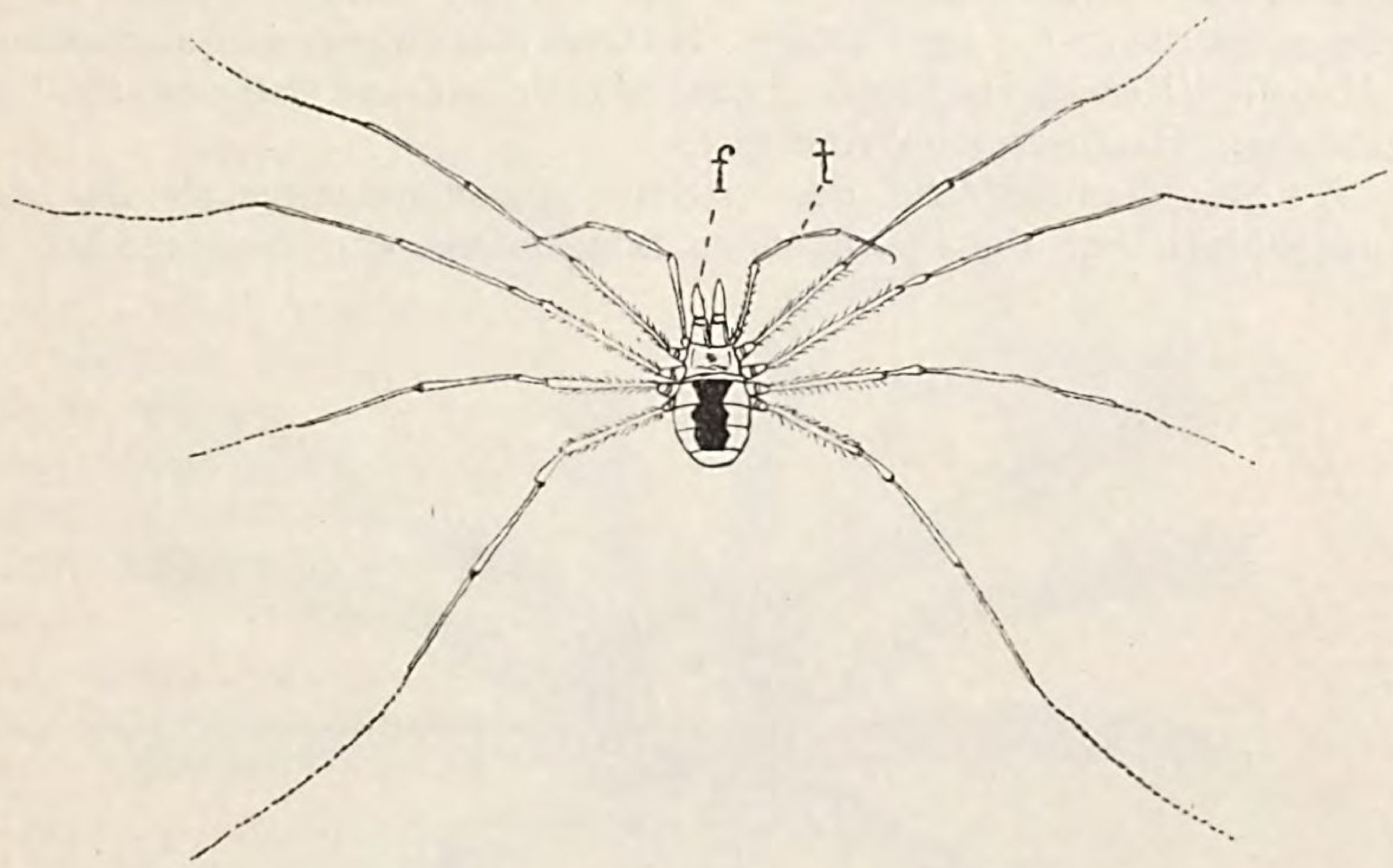


Fig. 131.
Phalangium cornutum. Nach Hahn.
f Kieferfühler, *t* Kiefertaster.

besitzt ein rohrartiges Begattungsorgan, das Weibchen eine lange Legeröhre, Spinndrüsen fehlen. Am Seitenrande der Brust öffnet sich die Krohn'sche Stinkdrüse. Ca. 250 Arten.

Phalangium opilio (L). — Gemeiner Weberknecht. *Europa.*

VI. Ordnung. Araneida — Spinnen. (Fig. 132, 133).

Die Abdominalsegmente (11—12), von welchen die vorderen weit, die hinteren eng sind, verwachsen zu einer grossen eiförmigen Blase. Eine tiefe Einschnürung trennt Cephalothorax und Abdomen, so dass letzteres nur durch einen dünnen Stiel am vorderen Körperbezirke hängt. Die zweigliedrigen Cheliceren bestehen aus einem einfachen starken Grundgliede und dem klauenförmigen Endglied, an dessen Spitze sich der Gang der im Cephalothorax eingelagerten Giftdrüse öffnet. Das Basalglied der Pedipalpen bildet eine breite Kauplatte und trägt den fünfgliedrigen Klauentaster, dessen Endstück beim Männchen von gewundenen bei der Begattung mit Sperma zu füllenden Kanälen durchzogen ist. Die vier Beinpaare enden mit kammförmig gezähnten Krallen und Afterklauen. Die Beinhöcker der Abdominalsegmente schwinden frühzeitig. Am vorletzten Gliede des letzten Beinpaares vieler Spinnen stehen zwei Reihen stark gebogener Borsten —

Calamistrum. Die Bauchganglienkette wird in eine gemeinsame Masse zusammengeschmolzen. 6—8 symmetrische Augenpaare, meist in zwei Querreihen gestellt (Fig. 133).

Der ektodermale Vorderdarm gliedert sich in Pharynx, Ösophagus mit Speicheldrüse und Saugmagen. Muskelzüge der Körperwand strahlen gegen Pharynx und Saugmagen und vollführen die Saugbewegung. Der Mitteldarm (Fig, 125) erweitert sich blasig im Cephalothorax und treibt dort 6 Paar Blindsäcke, zieht als enges Rohr im Abdomen und bildet hier eine grössere Zahl verästelter Ausstülpungen — sog. Leber. Der Enddarm ist kurz kugelig aufgetrieben mit zwei langen, vielfach verzweigten und anastomosierenden Malpighi'schen Gefässen. Herzschlauch mit drei Ostienpaaren liegt im sackförmigen Herzbeutel im Abdomen.

An der Ventralfläche des zweiten Abdominalsegmentes der meisten Spinnen stülpen sich die ektodermalen Lungensäcke ein, deren mediale Wand

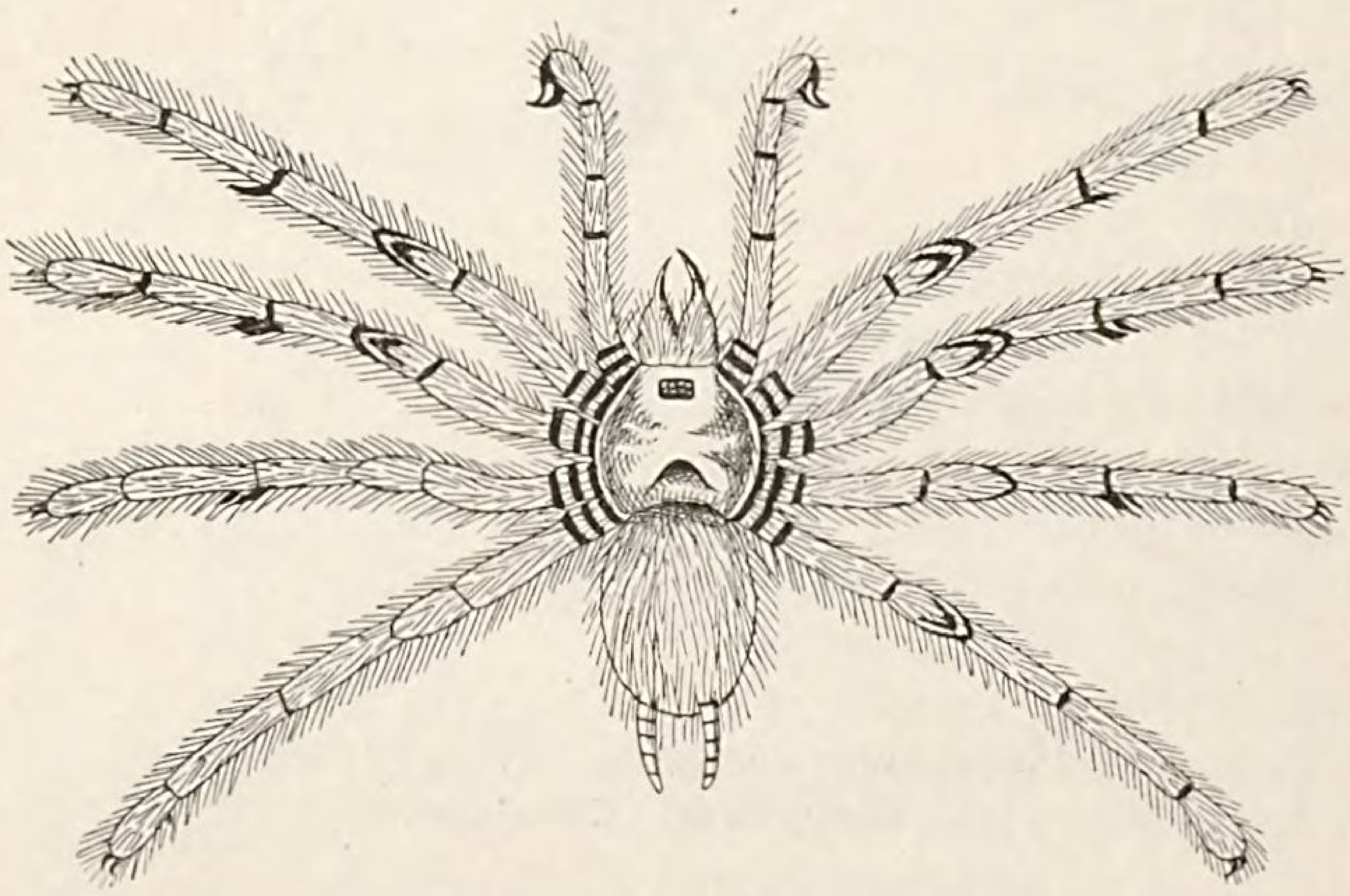


Fig. 132.
Mygale cancerites. Nach Hahn.

in fächerartig gestellte und von Bluträumen durchzogene Lungenblätter gefaltet wird (Fig. 126). Bei wenigen Arten wachsen auch am dritten Abdominalsegmente Tracheenblasen ein.

Die Gonaden liegen im Abdomen: bei den Weibchen paarige Haufen traubiger Schläuche an zwei Ovidukten, welche in die unpaare (ektodermale) Vagina münden; bei den Männchen ein Paar langer gewundener Hodenschläuche mit unpaarem Ausführgange. Die unpaare Geschlechtsöffnung liegt in beiden Geschlechtern zwischen den Lungenstigmen, die weibliche Öffnung von paarigen Chitinplättchen — Claustrum eingefasst. Samentaschen der Weibchen liegen oft vor der Geschlechtsöffnung, oft an der Vagina. Nahe dem After münden die im Abdomen eingebetteten zahlreichen (mehrere Hundert) Drüsenschläuche — Spinndrüsen auf beweglichen Höckern (3—2 Paare) des vierten und fünften Abdominalsegmentes — Spinnwarzen. Ihr Sekret erhärtet an der Luft zum Spinnfaden. Vor den Spinnwarzen liegt ein mit Mündungen von Spinndrüsen siebartig übersätes queres Feld — Cribrellum. Die Geschlechter sind dimorph. Die Weibchen zeichnen sich durch das grosse Abdomen vor den Männchen aus. Ca. 2800 Arten.

I. Unterordnung. Tetrapneumones. (Fig. 132).

Zwei Stigmenpaare am zweiten und dritten Abdominalsegmente führen in zwei Paare von Tracheenlungen. Grosse dichtbehaarte Spinnen. Weben keine Netze.

Mygale avicularia (L.) — Vogelspinne. *Brasilien.*

II. Unterordnung. Dipneumones.

Ein vorderes Tracheenlungenpaar, deren beide Stigmen von einem Deckplättchen überragt werden. Dahinter zwei meist dicht an die Spinnwarzen stossende und oft in eine quere unpaare Öffnung verschmelzende Stigmen, an welchen Büschel von Tracheen hängen. Sechs Spinnwarzen.

a) Sedentariae. Augen in zwei Querreihen, Gewebe spinnend.

Epeira diadema (L). — Kreuzspinne. *Europa.* Weben runde Netze mit konzentrischen und radiär gezogenen Fäden (Fig. 133).

Argyroneta aquatica (Cl.). — Wasserspinne. *Europa.* Spinnen glockenartige Gewebe im Wasser.

b) Vagabundae. Augen in drei Querreihen. Spinnen keine Netze, sondern erjagen Beute.

Attus pubescens (Fabr.). — Springspinne. *Europa.*

Tarantula tarantula (L.). — Tarantelspinne. *Italien, Spanien.*

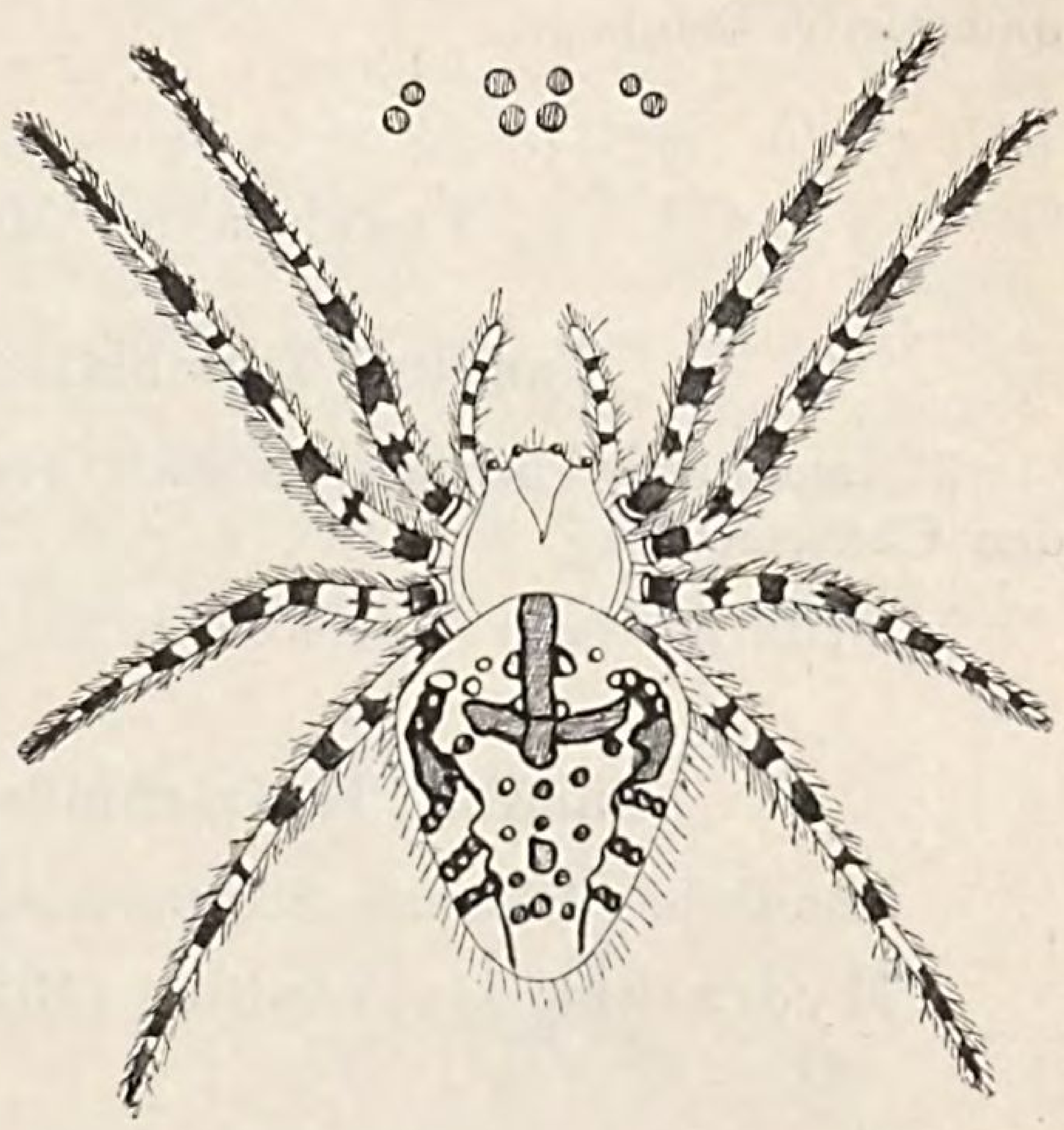


Fig. 133.
Epeira diadema. Nach Hahn.
Oben ist die Stellung der 8 Augen des Cephalothorax angegeben.

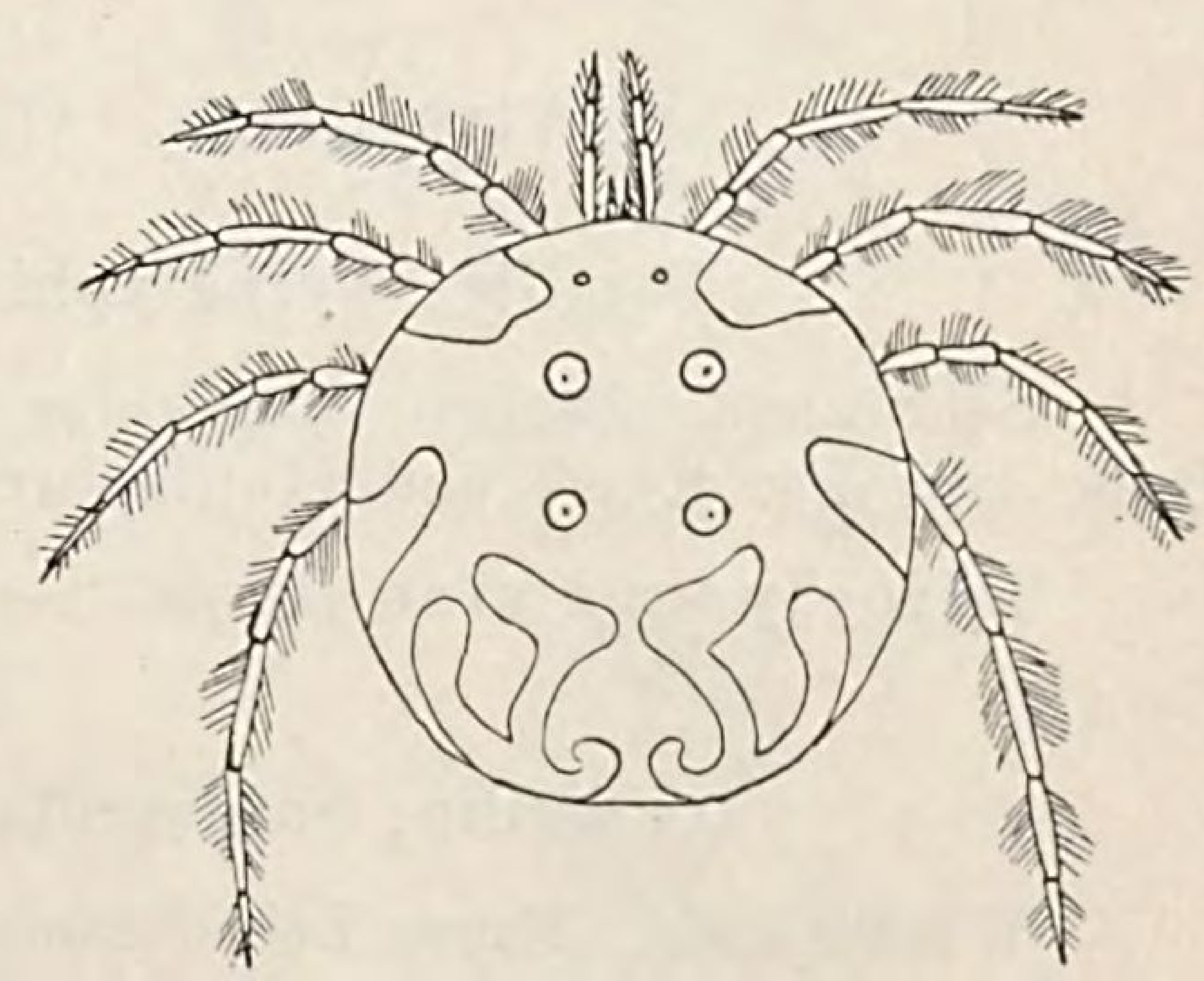


Fig. 134.
Hydrachna geographica. Nach Hahn.

VII. Ordnung. Acarina — Milben.

Kleine gedrungene Tiere. Die Segmentierung des Abdomens schwindet rasch, dann verschmilzt dasselbe mit dem Cephalothorax (Fig. 134). Die Cheliceren und Pedipalpen sind entweder Klauen oder Scherenkiefer, oder beide bilden einen Stech- und Saugrüssel, indem die verwachsenden Kauladen der Pedipalpen eine Rüsselröhre formen, in welcher die spitzigen Cheliceren eingeschlossen werden. Ganglienkette in eine Masse zusammengeschoben, 1—2 Punktaugen

oder fehlend. Muskulöser Saugpharynx. Mitteldarm weit mit 2—3 Paaren von Blindsäcken. Zwei grosse Malpighi'sche Schläuche. Tracheenbüschel an einem ganz verschiedenartig gelagerten Stigmenpaare. Herz fehlt. Ein oder einige Paare Hodenschläuche. Paarige Ovarien mit unpaarem Ausführgang. Die dem Eie entschlüpfenden Jungen besitzen nur das erste, dritte und vierte Beinpaar.

A. Tracheata. Mit Tracheen atmend.

Familie: Trombidiidae — Laufmilben.

Sammtartig behaart, lebhaft gefärbt. Viereckiger Leib. Stigma an den Cheliceren.

Trombidium holosericeum (L.). — Erdmilbe. *Deutschland.*

Familie: Hydrachnidae — Wassermilben.

Rundlich. Behaarte Schwimmbeine. Stigmen vorderständig.

Hydrachna geographica (MÜLL.). *Europa.* (Fig. 134).

Familie: Ixodidae — Zecken.

Blutsaugend. Leib abgeplattet, sehr dehnbar.

Ixodes ricinus (L.). — Hundszecke. *Deutschland.*

B. Atracheata. Ohne Tracheen atmend.

Familie: Tyroglyphidae — Käsemilben.

Sehr klein, länglich. Cheliceren scherenförmig, Pedipalpen dreigliedrig. Beine lang mit Klaue und Haftlappen.

Tyroglyphus siro (LATR.). — Käsemilbe. *Auf altem Käse.*

Familie: Sarcoptidae — Krätzmilben.

Winzig klein. Kurze Beinstummeln mit gestielten Haftscheiben. Blind.

Sarcoptes scabiei (LATR.). — Krätzmilbe. *In der Haut des Menschen.*

Familie: Demodicidae — Haarbalgmilben.

Sehr klein, langgestreckt mit langem quergeringelten Abdomen. Kurze zweigliedrige Beinstummel. Saugrüssel.

Demodex folliculorum (HENLE). — Balgmilbe. *In Haarbälgen und Talgdrüsen.*

VIII. Ordnung. Tardigrada — Wasserbärchen. (Fig. 135).

Der wurmförmig gestreckte Körper dieser sich plump bewegenden Wassertiere ist nicht in die typischen Regionen geteilt. Er trägt hinter dem Munde vier Paare kurzer ungegliederter Beinstummel mit zwei bis vier Krallen. Das letzte Beinpaar liegt am Hinterende des Körpers hinter dem After. Das Nervensystem zeigt einen Schlundring mit kleinen obern und untern Schlundganglien und einer Bauchkette von vier Ganglienknoten. Zwei kleine Augenflecke liegen vor dem ersten Beinpaar. Die vorderständige Mundhöhle birgt zwei kalkige Mandibeln, neben welchem die Speicheldrüsen münden; dahinter folgt der muskelkräftige Schlundkopf. Der Mitteldarm ist weit. Der Enddarm trägt zwei M a l p i g h i'sche Gefässe. Herz und Atemorgane fehlen. Die Geschlechter sind getrennt, die unpaare sackförmige Gonade mündet in den Enddarm. Die Wasserbärchen verfallen in einen Trockenschlaf, wenn die von ihnen bewohnten Wassertümpel eintrocknen und können in diesem Starrezustand lange dauern, bis ausgiebige Anfeuchtung sie wieder zum Leben erweckt.

M a c r o b i o t u s H u f e l a n d i i (SCHULTZE). *Deutschland.* Zwischen Moos, Flechten, Sand auf Dächern und Gemäuern.

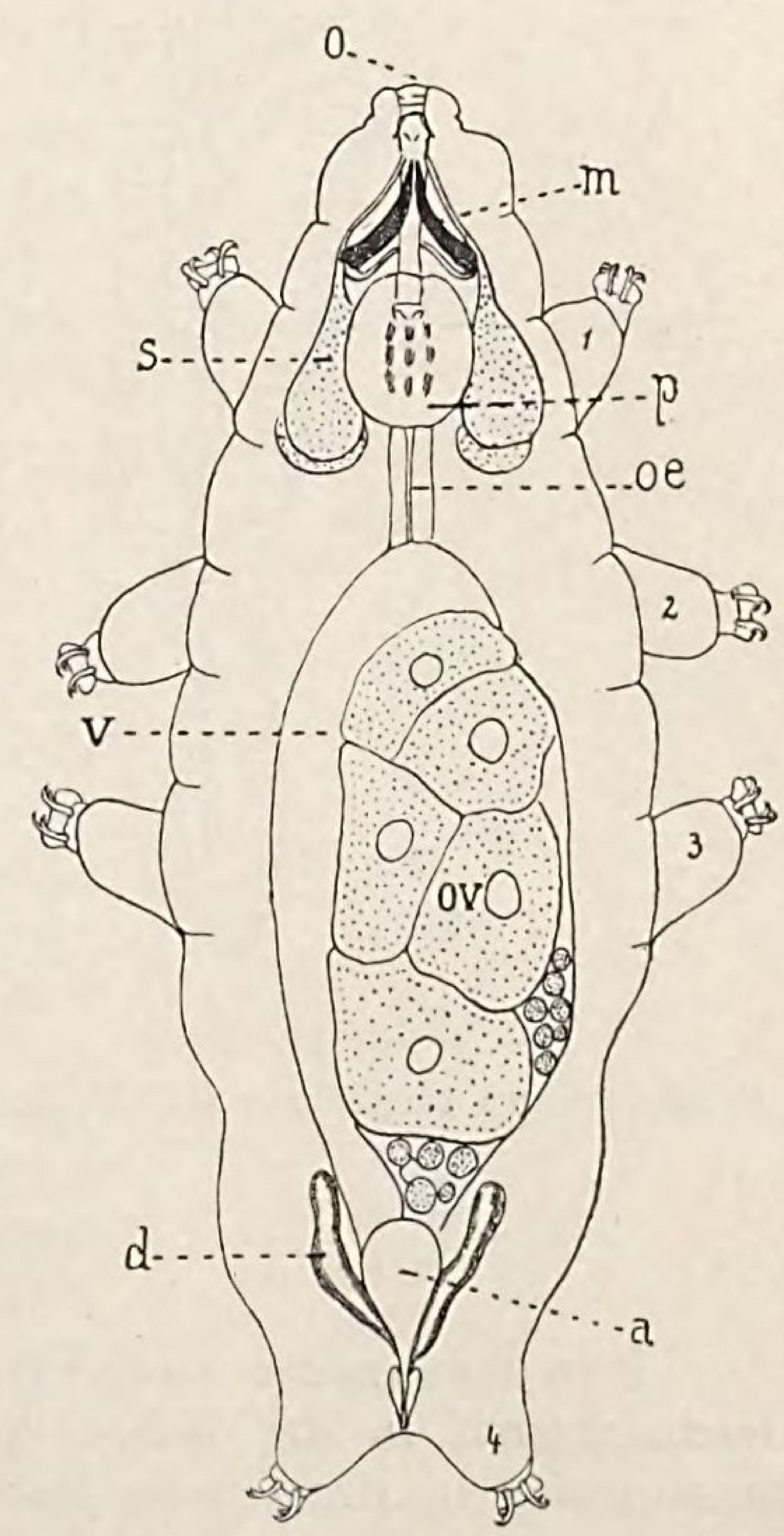


Fig. 135.

Macrobiotus Schultzei. Nach G r e e f f.
a dorsale Anhangsdrüsen des Enddarmes, *d* Malpighi'sche Gefässe, *m* kalkige Mandibeln, *o* Mund, *oe* Speiseröhre, *ov* Ovarium, *p* Schlundkopf mit Kauplättchen, *s* Speicheldrüse, *v* Mitteldarm.

IX. Ordnung. Linguatulida — Zungenwürmer. (Fig. 136, 137).

Der Leib der Zungenwürmer verliert durch parasitische Lebensweise fast alle Arthropodencharaktere. Nur während der Larvenzeit (Fig. 137) sind zwei bekrallte Beinstummel und ein kurzer Abdominalanhang vorhanden. In mehreren Häutungen schwinden dieselben und der rundliche Larvenkörper streckt sich blattförmig: Die Haut ist fein quer geringelt. Zwei Paare Klammerhaken in Hauttaschen umstehen den kieferlosen Mund. Der einfache Darm zieht gerade zum hinterständigen After. M a l p i g h i'sche Gefässe fehlen. Eine Nervenkommissur umgreift den Schlund und hat ventral einen Ganglienknoten eingelagert. Herz und Tracheen fehlen. Die Geschlechter sind dimorph, die Männchen sehr klein, die Weibchen gross. Hoden und Ovarium, unpaare Schläuche liegen dorsal über dem Darme, sie entsenden vorne paarige Ausführwege, welche den Öso-

phagus umfassen. Die Samenleiter münden hinter dem Munde. Die Eileiter aber münden unter dem Ösophagus in die sehr lange unpaare Vagina, die als Eibehälter funktionierend bis zum After zieht. Neben den Ovidukten münden noch zwei lang gestreckte Samentaschen in sie ein.

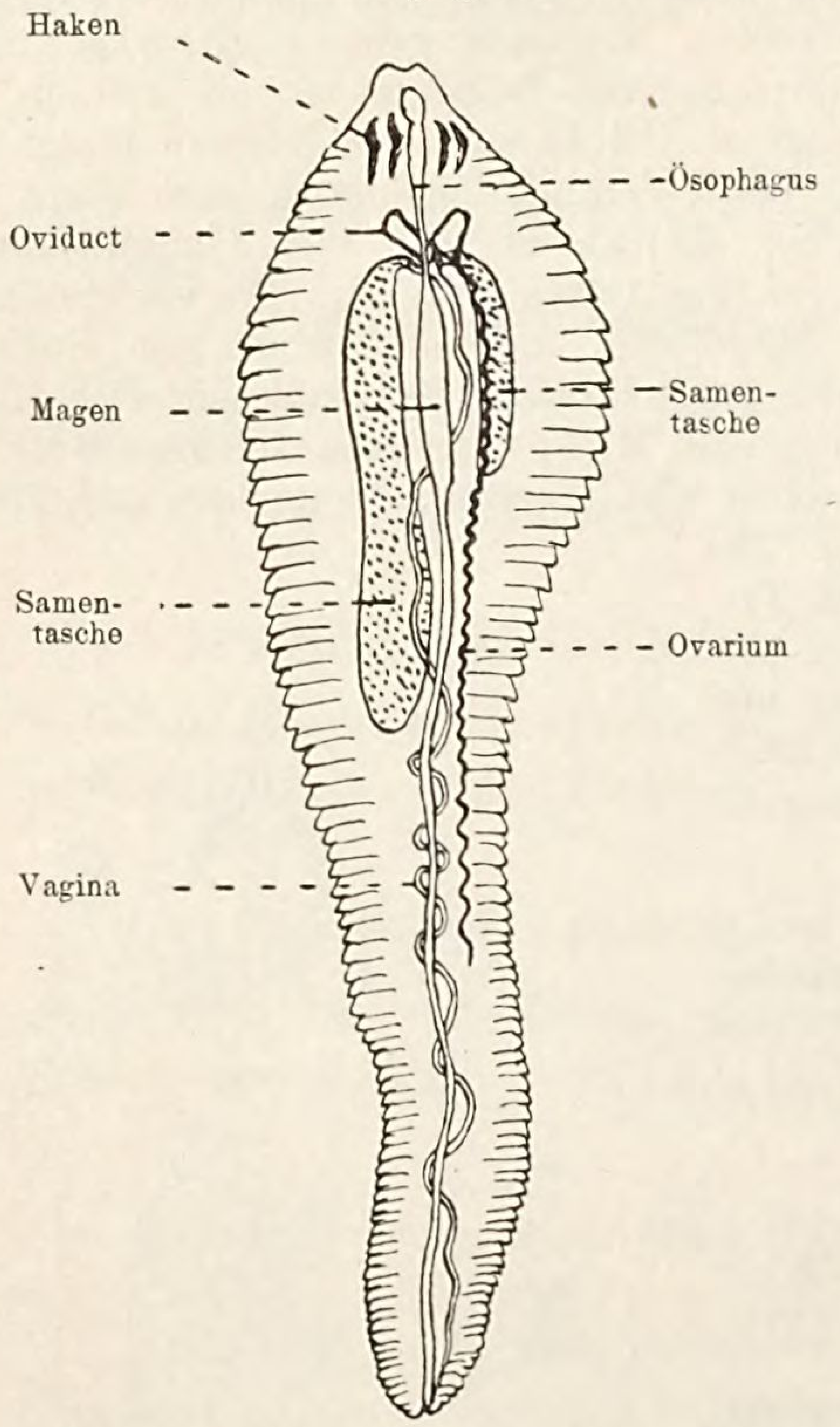


Fig. 136.
Pentastomum taenioides ♀. Nach Leuckart.

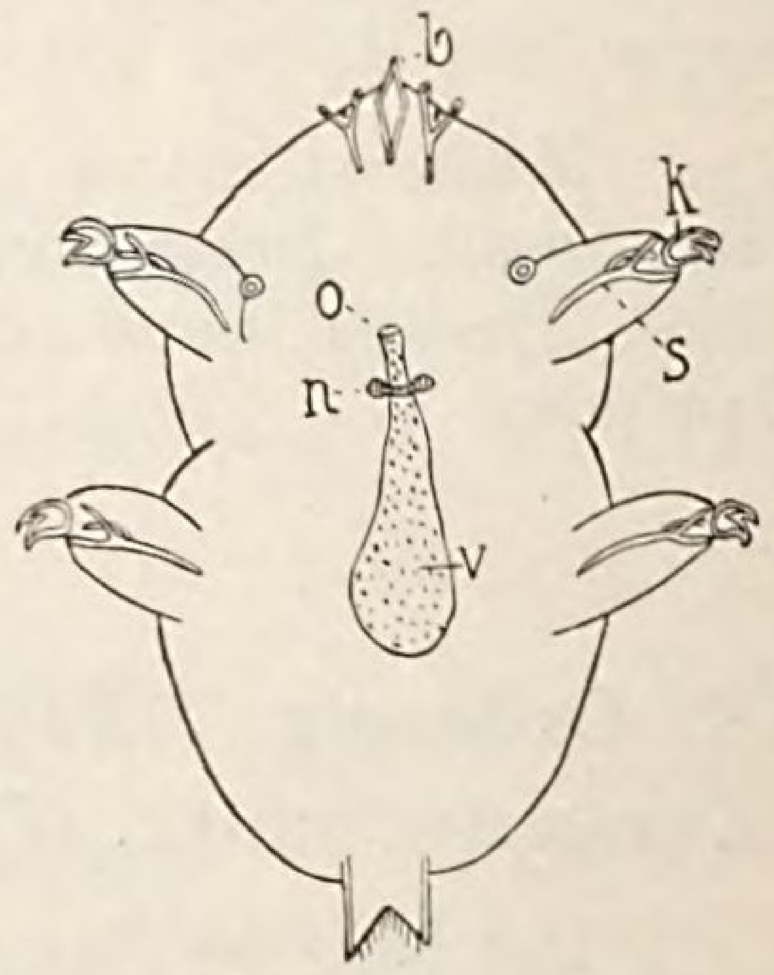


Fig 137.
Pentastomum proboscideum. Nach Stiles.

b Bohrapparat, *k* Kralle, *n* Nervenring, *o* Mund, *s* Stützapparat der Kralle, *v* Magen.

Pentastomum taenioides (Rud.). — Gemeiner Zungenwurm. Geschlechtsreif in der Nasen- und Rachenhöhle des Hundes. Die Larven kapseln sich in Brust- oder Bauchfell, Leber, Lunge von Wiederkäuern und Hasen ein.

III. Klasse. Myriapoda — Tausendfüssler.

Der Körper besteht aus zahlreichen meist gleichartigen Segmenten (6—160 Segmente), die, ausgenommen das letzte, je ein Paar sechs- bis siebengliedriger Beine tragen. Brust- und Abdominalsegmente sind nicht unterschieden. Der Kopf besitzt ein Antennenpaar, kräftige Mandibeln und

ein oder zwei Maxillenpaare. Der Chitinpanzer jedes Segments zerfällt in eine Rücken- und Bauchplatte.

Das Nervensystem baut sich aus vielen je einem Segmente zukommenden Ganglienpaaren auf, welche durch sehr kurze Kommissuren und durch Längszüge zur ventralen Ganglienstrickleiter verknüpft sind. Im Kopfe liegt das grosse zweilappige Gehirnganglion. Die drei vordersten und hintersten Ganglienpaare verschmelzen meist.

Der Darm zieht gerade durch die Leibeshöhle. Der Vorderdarm mit zwei Speicheldrüsen ist enge, der Mitteldarm weit und lang mit vielen kurzen Drüsenschläuchen — sog. Leber besetzt. Der Enddarm stülpt zwei lange Malpighi'sche Gefässe aus. After im letzten Segmente. Der lange Herzschlauch dorsal über dem Darme ist segmental gegliedert in eine grosse Zahl von Kammern mit paarigen Ostien. Vor dem Ostium jeder Kammer geht ein laterales Gefäss — Arterie ab. An der lateralen Fläche jedes Segmentes stülpen sich Tracheenbüschel ein. Die Gonaden bilden langgestreckte, oft median verschmelzende Schläuche.

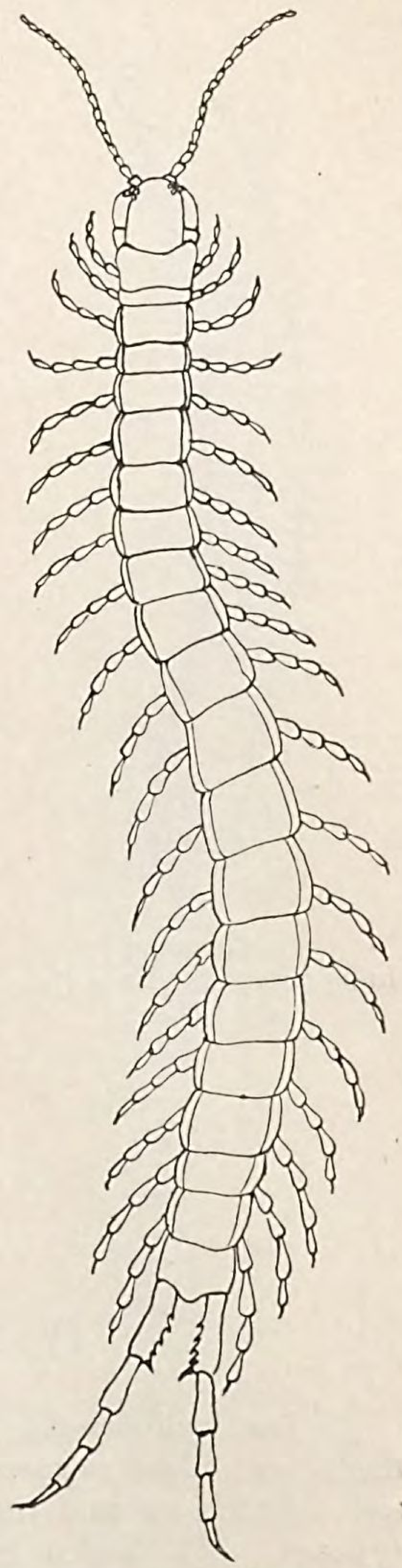


Fig. 138.
Scolopendra morsitans. Nach Burmeister.

I. Ordnung. Chilopoda. (Fig. 138).

Kopf flach, horizontal stehend. Segmente dorsoventral abgeplattet. Der Kopf überdeckt die Dorsalfläche der beiden ersten Segmente. Lange vielgliedrige Antennen. Augengruppen. Hinter den Mandibeln stehen 2 Maxillenpaare: die ersten Maxillen mit kräftigen Kauladen und schwachen Tastern, die zweiten Maxillen ohne Kauladen, mit langen Tastern. Darauf folgt das als Kieferfuss dienende Fusspaar des ersten Segmentes. Die Hüftglieder desselben sind verwachsen und der viergliedrige Fuss endet mit einer Klaue, nahe deren Spitze die im Kieferfuss liegende Giftdrüse ausmündet. Die langen siebengliedrigen Fusspaare der übrigen Segmente wurzeln weit von einander entfernt an der seitlichen Körperwand. Da die Tracheenbüschel Anastomosen bilden, entsteht ein netzartiges Tracheenwerk mit Längsstämmen. Die Stigmen, welche den 3 ersten Segmenten fehlen, liegen in der weichen Verbindungshaut der segmentalen Rücken- und Bauchschuppen. Die Gonaden münden an einer unpaaren Öffnung vor dem After.

Scolopendra morsitans (Gerv.). *Brasilien.* (Fig. 138).
Geophilus longicornis (Leach.). *Mitteleuropa.*

II. Ordnung. Diplopoda. (Fig. 139).

Kopf gross, senkrecht gestellt. Segmente cylindrisch. Kurze siebengliedrige Antennen. Mandibeln kräftig. Statt der beiden Maxillenpaare ist eine breite Platte — Gnathochilarium mit mehreren Kauladen, aber ohne Taster vorhanden. Keine Kieferfüsse. Die Körpersegmente verschmelzen paarweise, so dass dem später einheitlich erscheinenden Panzer jedes Doppelsegmentes 2 Beinpaare zukommen, natürlich auch 2 Ganglienpaare und 2 Stigmenpaare. Nur die 4 vordersten Segmente hinter dem Kopfe verschmelzen nicht und tragen deshalb je ein typisches Beinpaar. Die Beine sind ventral median dicht neben einander eingelenkt. Die Stigmen liegen ventral unter den Hüftgliedern der Beine. Büschel unverzweigter Tracheen, nicht durch Längsstämme verbunden. Geschlechtsöffnung hinter dem zweiten Beinpaare. Den Männchen dienen die Beinpaare des 7. Ringes (ein oder beide Paare) als Kopulationsorgane. Die dorsale Haut bildet Stinkdrüsen, welche an Porenreihen zu beiden Seiten der Rückenfläche münden.

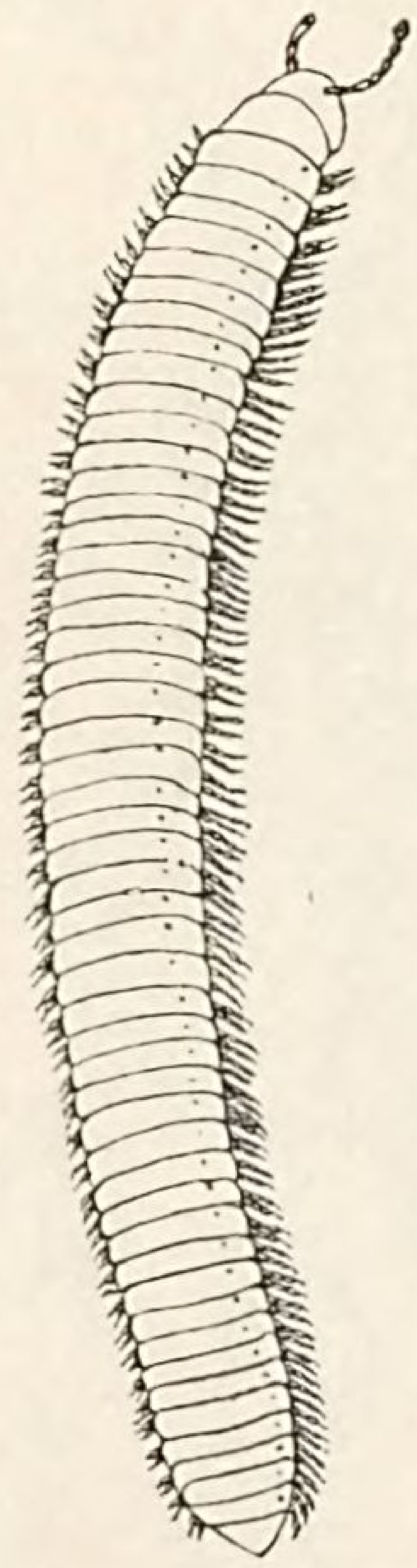


Fig. 139.
Julus maximus. Nach Burmeister.

Glomeris pustulata (Latr.). — Schalenassel. *Mitteleuropa.*

Julus terrestris (L.) — Gemeiner Tausendfuss. *Europa.*

IV. Klasse. Onychophora.

Der cylindrische Körper (Fig. 140) ist gestreckt, ventral leicht abgeflacht und nicht segmentiert. Nur der vorderste Abschnitt — Kopf setzt sich deutlich ab und trägt 2 schlanke geringelte kontraktile Fäden — Antennen. Zu beiden Seiten des hinterliegenden Stammes sitzen in regelmässigem Abstande 14—42 Paare von kurzen mit Papillenquerreihen besetzten Höckern der Leibeswand — Fussstummeln, welche je 2 Klauen tragen.

Die einschichtige Epidermis, welche nach aussen eine dünne Chitinkutikula abscheidet, ruht auf einer kräftigen Schichte glatter Muskeln. Diese besteht aus einer äusseren Ringslage, einer mittleren Zone von gekreuzten schräg ziehenden Fasern und einer inneren mächtigen Längsschicht. Die weite Leibeshöhle durchsetzt den ganzen Leib und sendet kurze Seitenbuchten in die Fussstummel. Dorso-ventrale Muskelzüge scheiden sie unvollständig in 3 Abteilungen.

Auf dem Boden der Leibeshöhle (Fig. 141) ruhen 2 Längsnervenstränge, jedoch weit von einander abstehend, ohne eingesprengte Ganglienknoten und nur durch eine grössere Zahl feiner Querkommissuren verknüpft. Sie vereinen sich am hinteren Körperende und steigen im Kopfe zu paarigen Ganglienhaufen oberhalb des Schlundes auf. 2 einfache Augen liegen an der Fühlerbasis.

Der Darm spannt sich gerade durch die Leibeshöhle. Am Munde stehen paarige sichelförmige Kiefer. In den muskulösen Schlund *(p)* münden die erweiterten Endstücke der langen Speicheldrüsen. Die kurze Speiseröhre führt in den langen weiten Magendarm *(M)*. Der kurze enge Enddarm endet am terminalen After *(a)*.

Der dorsal über dem Darm befestigte Herzschlauch zieht durch die ganze Leibeshöhle und besitzt in regelmässigem Abstande paarige Ostien. Als Atemorgane senken sich an zahlreichen Stellen der Haut kleine Kanälchen ins Innere und bilden Büschel von feinen lufterfüllten Chitinröhren *(tr)*, welche unverästelt die Eingeweide umspinnen.

Die seitlichen Räume der Leibeshöhle bergen eine der Beinzahl entsprechende Menge von paarigen Exkretionsschläuchen — Nephridien *(n)*, welche an der Basis der Fussstummel münden. Sie gleichen den gleichnamigen Organen der Anneliden (Fig. 168) und lassen nahe der Mündung eine Endblase, dann einen schlingenförmig zurückgebogenen Kanal und ein trichterförmiges gegen die Leibeshöhle offenes Endstück unterscheiden. Ausserdem münden an der Basis der Fussstummel paarige Drüsen — Schenkeldrüsen. Zwei derselben, die am letzten Stummelpaare münden, sind besonders mächtig entfaltet — Analdrüsen *(d)*. Die Tiere entleeren deren zähes Sekret, wenn sie gereizt sind. Die stark gewundenen Nephridien der Region des vorletzten Fussstummelpaares finden als Ausführwege der Geschlechtsprodukte: Samenleiter, Eileiter Verwendung und erleiden demgemäss bedeutende Umbildungen. Ihre Endstücke vereinen sich mit den paarigen dorsal über dem Darme liegenden Gonaden: Hoden bezw. Ovarium. Eine unpaare ventrale Hauteinstülpung *(e)* des letzten Segmentes wächst beiden Nephridien entgegen und wird zum unpaaren Ausführkanal der Geschlechtszellen: Ductus ejaculatorius der Männchen, Vagina der Weibchen. Die Weibchen gebären lebendige Junge, da die Eier in einer erweiterten Zone des Eileiters — sog. Uterus sich entwickeln, dabei eine sehr innige Verbindung mit der Uteruswand eingehend.

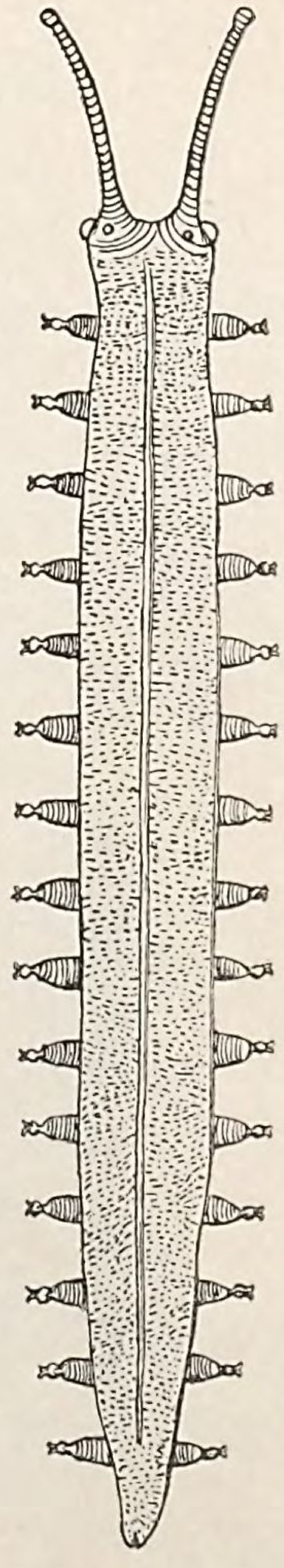


Fig. 140.
Peripatus novae zealandiae.
Nach Balfour.

Peripatus Edwardsii (Blanch.). *Westindien.*

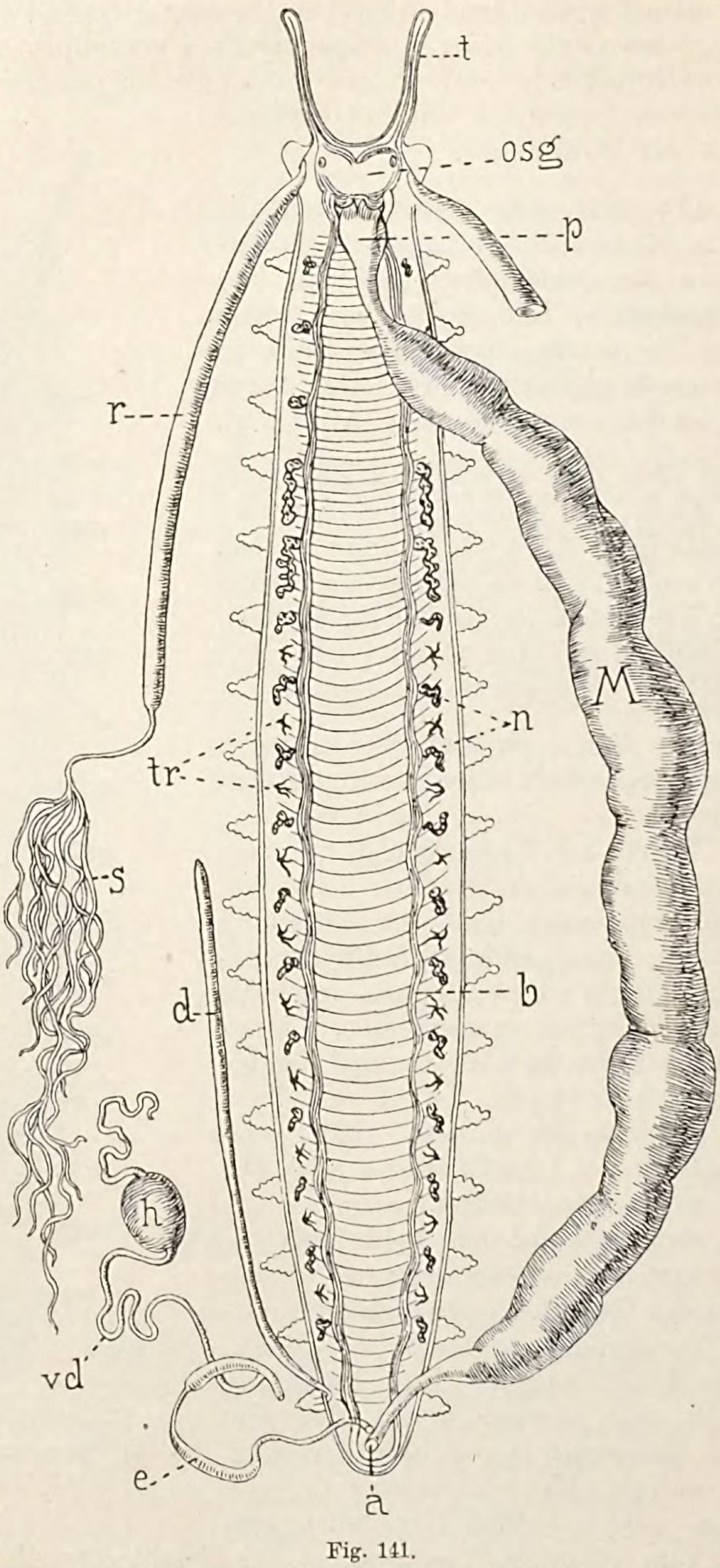


Fig. 141.

Anatomie von Peripatus ♂. Kombiniert nach Balfour und Moseley.

a After, *b* Längsnervenstrang, *d* Analdrüse, *e* gemeinschaftliches Endstück der männlichen Geschlechtswege, *h* Hoden, *n* Nephridien. *osg* oberes Schlundganglion mit den Augen, *p* Pharynx, *r* Reservoir der Schleimdrüsen (rechts abgeschnitten, münden am Munde), *s* Schleimdrüsenschläuche, *t* Antenne, *tr* Tracheen, *vd* Samenleiter.

II. GRUPPE. BRANCHIATA — WASSERATMENDE ARTHROPODEN.

Klasse. Crustacea — Krebse.

Der Körper der vornehmlich das Wasser belebenden Krebse gliedert sich in eine wechselnde, allgemein nicht bestimmbare Zahl von Segmenten und ist durch den Reichtum ventraler Anhänge ausgezeichnet. Der Kopf besitzt fünf Paare derselben, die übrigen Segmente (ausgenommen das Aftersegment) können je ein Paar tragen. Die Gruppe der Entomostraca hat Füsse nur an den Thorakalsegmenten, während den Malacostraca Fusspaare vom Thorax und dem Abdomen herabhängen. Abgesehen von der vorderständigen cylindrischen Gliederantenne = I. Antenne des Kopfes sind alle ventralen Körperanhänge einem gemeinsamen morphologischen Typus des Spaltfusses (Fig. 142, 143) zugehörig. Hierin liegt ein wesentlicher Gegensatz zu den Tracheaten, deren ventrale Anhänge: Mundwerkzeuge und Thoraxbeine keine gemeinsame Grundform erkennen lassen. Der Spaltfuss besteht aus kleinen Gliedstücken von folgender Anordnung: Ein zweigliedriger Stamm — Proto-

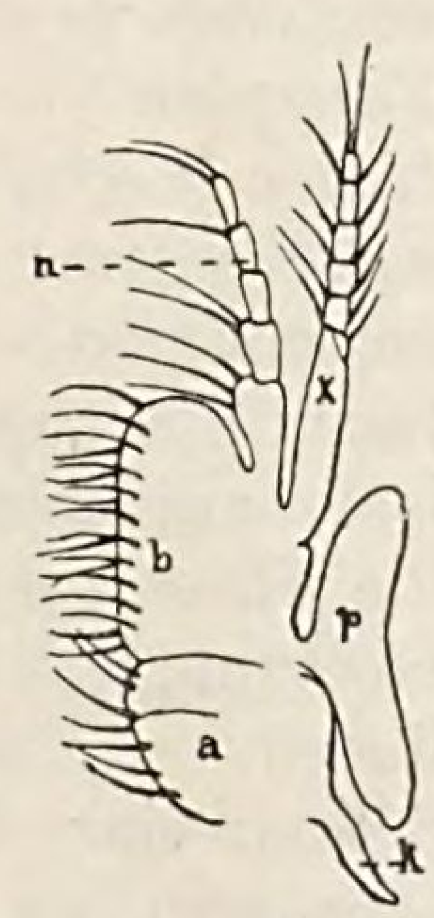


Fig. 142.
Vorderer Kieferfuss einer älteren Larve von Penaeus. Nach Claus.
a Basalglied, *b* Stammglied, *k* Kiemenschlauch, *n* Endopodit, *p* Epipodit, *x* Exopodit.

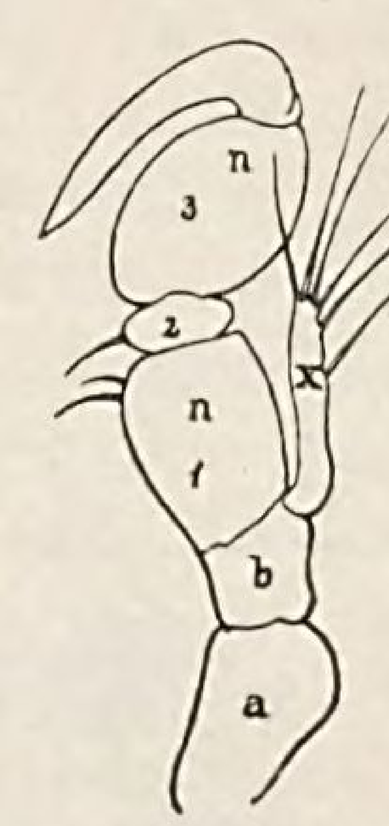


Fig. 143.
Zweiter Maxillarfuss einer Squillalarve. Nach Claus.
a Basalglied, *b* Stammglied, *n 1, 2, 3, 4* vier Glieder des Endopodit, *x* Exopodit.

podit trägt zwei gegliederte Fäden — Äste. Das Basalstück *(a)* des zweigliedrigen Stammes artikuliert mit der ventralen Leibeswand, dem distalen Stammgliede (*b*) sitzen die beiden Äste auf: der mediane Innenast, Schwimmfussast — Endopodit *(n)* und der laterale Aussenast — Exopodit *(x)*. Vielfach entsprosst dem Stamme noch eine laterale Platte — Epipodit *(p)*.

Die Spaltfüsse sind in verschiedenen Regionen verschieden ausgebildet und haben verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Am Thorax (und Abdomen) dienen sie hauptsächlich der Ortsbewegung als Schwimmoder Schreitbeine, am Kopfe umstellen sie den Mund und besorgen die Aufnahme und Zerkleinerung der Speisen. Deshalb treiben sie hier verdickte Höcker der Stammstücke — Kauladen, während ihre Äste schwach entwickelt werden.

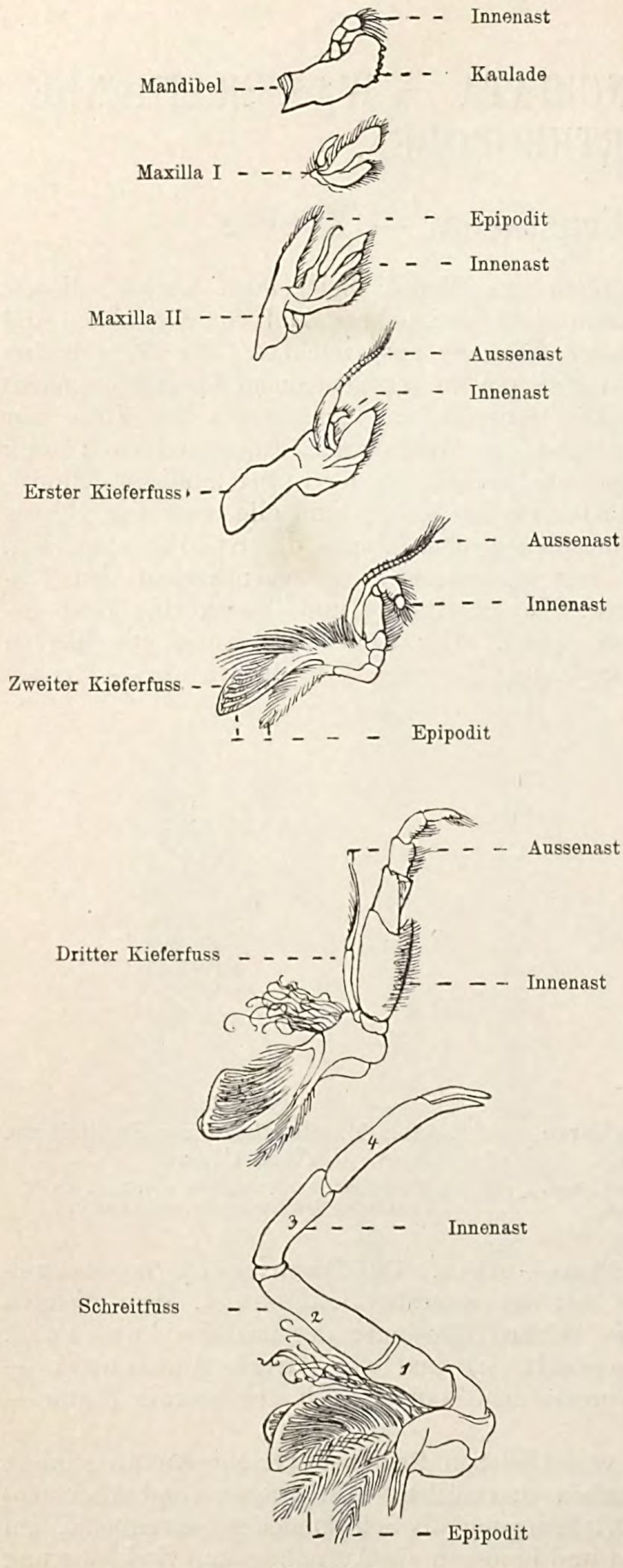


Fig. 144.
Spaltfüsse vom Cephalothorax des Flusskrebses. Nach Hatschek und Cori.

Die Kauladen des ersten Spaltfusspaares — sog. II. Antenne bestehen jedoch nur in der Larvenzeit, nach ihrem Schwunde stellt die zweite Antenne einen doppelästigen Faden dar, welcher teils als Ruder, teils als Tastorgan verwendet wird. Das zweite Spaltfusspaar — sog. Mandibeln verliert meist den Aussenast, der Stamm bildet kräftige gezähnte Kauladen. Die beiden folgenden Fusspaare — sog. erste und zweite Maxille behalten beide Äste neben kräftigen Kauladen des Stammes. Die übrigen Fusspaare variieren den typischen Formplan in mannigfacher Weise, indem sie verschiedener Thätigkeit gerecht werden. Der einfache Spaltfusscharakter ist immer bewahrt, soweit die Füsse zur Schwimmbewegung Verwendung finden. Sollen sie als Schreitbeine dienen, so schwindet der Aussenast. Am Thorax sind die beiden Äste der Spaltfüsse stärker entfaltet und oft in eine grössere Zahl von Gliedstücken zerfällt.

Der Chitinpanzer bildet vollkommen geschlossene Ringe um jedes Segment und wird niemals in eine Rücken- und Bauchschuppe wie bei den Insekten gegliedert. Oft steigern eingelagerte Kalksalze die Sprödigkeit desselben. Die Brustsegmente ver-

wachsen gewöhnlich unbeweglich mit einander und der Kopf verschmilzt mit der Brust zu einem starren Körperbezirk — Kopfbruststück, Cephalothorax. Eine Falte des hinteren Kopfrandes wächst oft nach hinten aus und überschirmt als Kopfschild einen verschieden grossen Abschnitt des Körpers. Die Segmente des Abdomens bleiben immer frei beweglich.

Die Leibeshöhle ist im Gegensatze zu den Insekten im Cephalothorax geräumig, im Abdomen aber durch kräftige Muskulatur eingeengt. Der Darm zieht durch sie als gerader höchstens dorso-ventral gekrümmter Schlauch. Der ektodermale Vorderdarm, welcher chitinöse Auskleidung trägt und gehäutet wird, sowie der ektodermale Enddarm sind kurz. Speicheldrüsen fehlen. Dagegen bildet der lange entodermale Mitteldarm an seinem Vorderende tubulöse Drüsenschläuche — sog. Leberschläuche. Die Strickleiter der Ganglien schmiegt sich dem ventralen Boden der Leibeshöhle an. Im Kopfe liegen ober- und unterhalb des Vorderdarmes die beiden Schlundganglienpaare. Als Sehorgan tritt zuerst ein unpaares Auge — Naupliusauge zwischen den ersten Antennen auf, später gesellen sich ihm paarige facettierte Seitenaugen.

Unter der Rückenhaut des Rumpfes liegt das von lateralen Ostien durchbrochene Herz, entweder als lang gestreckter Schlauch oder als kleiner kontraktiler Sack, dessen Kontraktionen das in der Leibeshöhle stehende Blut in Cirkulation setzen. Bei kleinen Krebsen fehlt ein Herz, dann genügen die rhythmischen Kontraktionen des Darmes, das Blut zu bewegen. Der Gaswechsel des Blutes geschieht bei kleinen Krebsen an der gesamten Fläche der dünn chitinisierten, für Gase permeablen Haut, bei anderen Arten an lamellenförmigen Anhängen — Kiemen, Epipodit der Spaltfüsse, weil der Ort der stärksten Bewegung den regen Wasserwechsel sichert.

Die Geschlechter sind in der grössten Mehrzahl der Fälle getrennt. Die Gonaden, einfache Epithelsäcke oder Schläuche liegen paarig im Thorax zu beiden Seiten, auch dorsal vom Darme. Ihre ebenfalls paarigen Ausführwege münden ventral an den hintern Thorax- oder vordern Abdominalsegmenten. Tropfen der Samenflüssigkeit werden vom erstarrenden Sekrete des drüsigen Endabschnittes der Samenleiter umhüllt und als Samenpatronen — Spermatophoren auf die Geschlechtsöffnung der Weibchen übertragen.

Als Exkretionsorgane dienen zwei Paare vielfach gewundener Schläuche, die an der Basis von Spaltfüssen münden: die Antennendrüse am Basalglied der II. Antenne, die Schalendrüse an der II. Maxille. Selten funktionieren beide Drüsenpaare gleichzeitig.

Das Wachstum der Krebse erfolgt durch Häutung. Dieselbe ist gleich den Vorgängen bei Insekten mit einer Veränderung der Proportion und Form des Körpers verbunden und bietet Beispiele einer vollkommenen und unvollkommenen Metamorphose. Die jungen dem Eie entschlüpfenden Krebslarven unterscheiden sich von den reifen Tieren dadurch, dass die Zahl der Körpersegmente und der Extremitäten unvollständig ist. Die jüngsten Larven — Stadium des Nauplius (Fig. 145—147) der holometabolen Krebse entbehren aller Thorax- und Abdominalsegmente, während der Kopf in hohem Grade rundlich aufgeblasen ist und drei Paare von Anhängen: die I. und II. Antenne und die Mandibeln trägt. Mit Hilfe derselben schwimmen die kleinen Nauplien munter im Wasser. Es ist einleuchtend, dass die mächtige Auftreibung des Kopfbezirkes das Schwebevermögen der Larven im Wasser steigert. Die Anfügung der übrigen Körpersegmente, die Entwickelung der Gliedmassen erfolgt mit den periodischen Häutungen, welche allmählich oder in schroffem

Wechsel der Larvengestalt die definitiven Formen des Geschlechtstieres herbeiführen.

Die Larven der hemimetabolen Krebse — Stadium der Zoëa (Fig. 155, 156) besitzen wohl einen Cephalothorax und die normale Zahl der Ab-

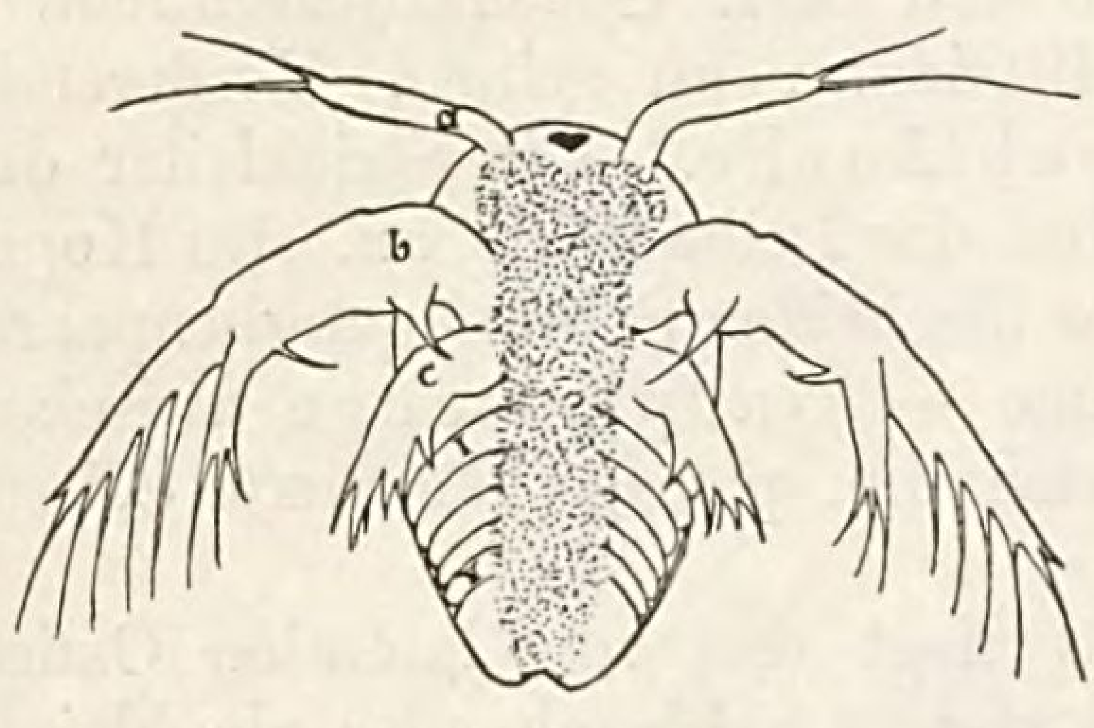


Fig. 145.

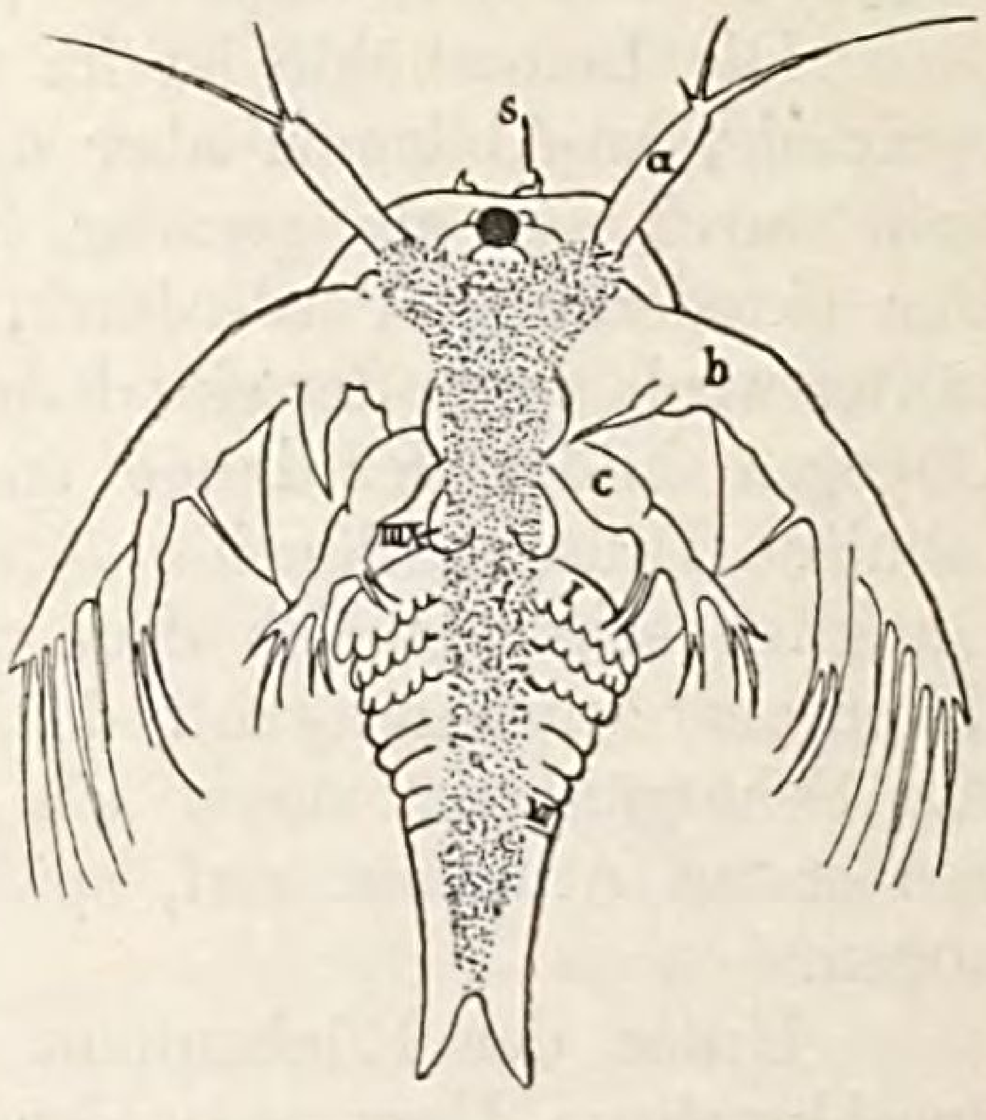


Fig. 146.

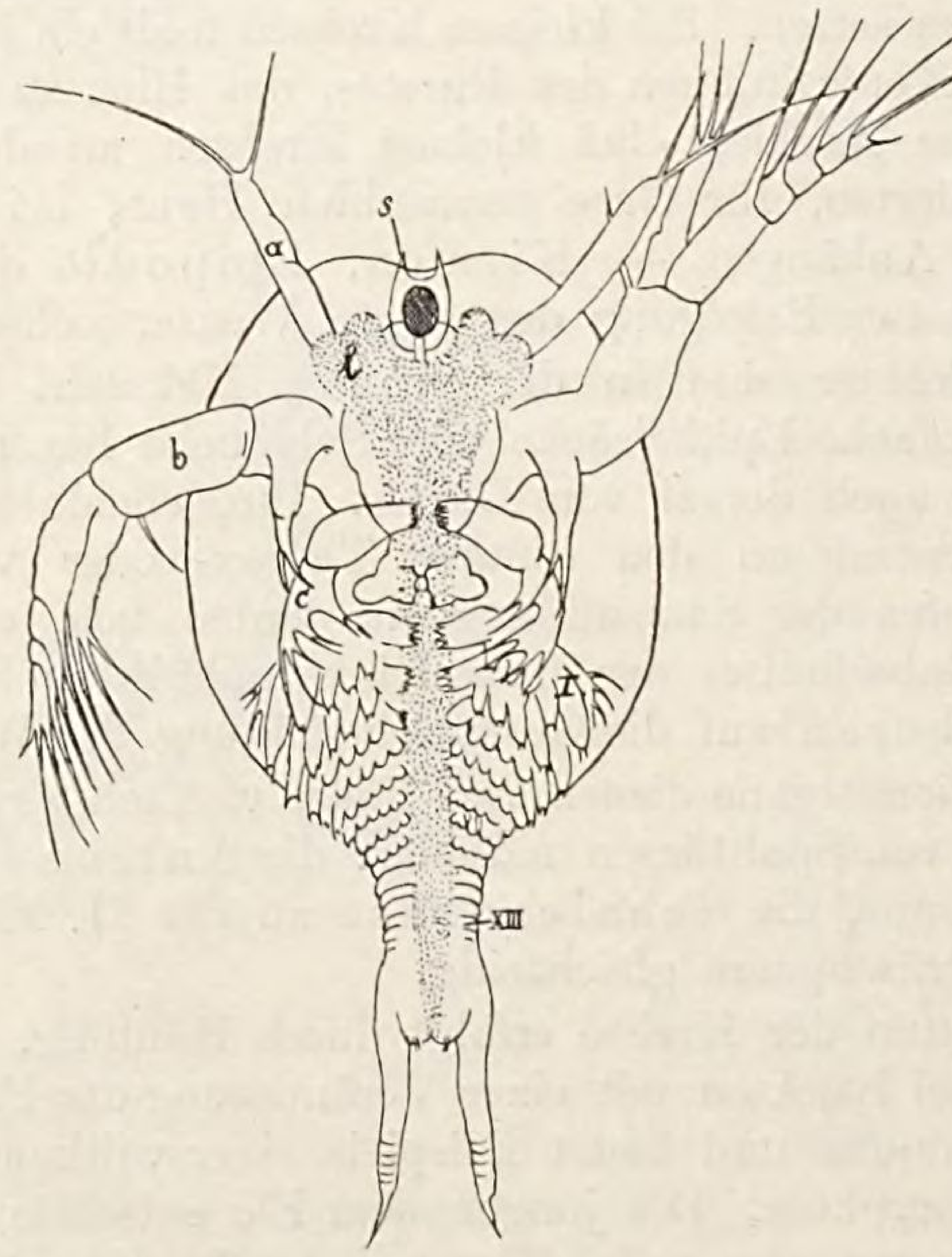


Fig. 147.

Larvenstadien von Apus cancriformis. Nach Claus.

Fig. 145: Eben ausgeschlüpfte Larve. Fig. 146: Larve nach der ersten Häutung. Fig. 147: Larve nach der dritten Häutung. Der Darm ist dunkel punktiert.

a I. Antenne, *b* II. Antenne, *c* Mandibularfuss, *l* Leberanlage des Mitteldarms, *mx* Anlage der I. Maxille, *s* frontales Sinnesorgan, *I–XIII* Rumpfsegmente.

dominalsegmente, aber die Extremitäten sind zum Teile noch unterdrückt. Das Schwebevermögen der Zoëa wird durch ballonartige Auftreibung und lange Fortsätze des Cephalothorax bedingt.

I. Unterklasse. Entomostraca.

Kleine einfach organisierte Krebse. Zahl der Körpersegmente und Extremitätenpaare sehr verschieden. Das Abdomen besitzt niemals Füsse Der Vorderdarm ist ein einfaches Rohr ohne Erweiterung. Die Antennendrüse funktioniert nur während der Larvenzeit, die Schalendrüse während des ganzen Lebens. Die vollständige Metamorphose hebt mit dem Naupliusstadium an.

I. Ordnung. Copepoda — Ruderfüssler.

Der gestreckte keulenförmige Leib (Fig. 148) zählt 10 Segmente hinter dem Kopfe. Der Kopf verschmilzt mit den ersten Brustsegmenten. Das schmale Abdomen (5 Segmente) endet in zwei gabelig divergierende Glieder, die Borsten tragen. Die fünf Thoraxsegmente besitzen 4—5 Paare typischer Spaltfüsse, deren zweigliedrigem Stamme je ein dreigliedriger Innen- und Aussenast aufsitzt. Die Äste tragen dicht gestellte Schwimmborsten zur Vergrösserung der Ruderfläche. Fast alle Extremitäten sind Ruderorgane, durch die gleichzeitige Thätigkeit derselben schwimmen die Copepoden stossweise im Wasser. Auch die beiden Antennen sind Ruder: die erste Antenne sehr lang, einästig mit Riechfäden besetzt, die zweite Antenne kürzer, oft einästig, wenn ihr typischer Nebenast schwindet. Die Mandibeln bewahren den Spaltfusscharakter und tragen immer einen kurzen Innen- und Aussenast am Stamme, dessen Basalglied eine stark bezahnte Kaulade bildet. Die erste Maxille bewahrt ebenfalls beide Äste, wenn gleich der Aussenast manchmal schwindet, ihre Basalglieder bilden kräftige Kauladen. Die Äste der zweiten Maxillen werden in früher Jugendzeit aus einander geschoben und erscheinen wie zwei Paare selbständiger Füsse — sog. I. und II. Maxillarfuss. Die inneren Organe sind sehr einfach. Die paarigen Facettenaugen werden rückgebildet. Zwei, drei und mehr Punktaugen auf der Stirne. Der Darm ein gerader Schlauch ohne Lebersäckchen. Herz ganz reduziert oder fehlend. Kiemensäckchen fehlen. Die paarige

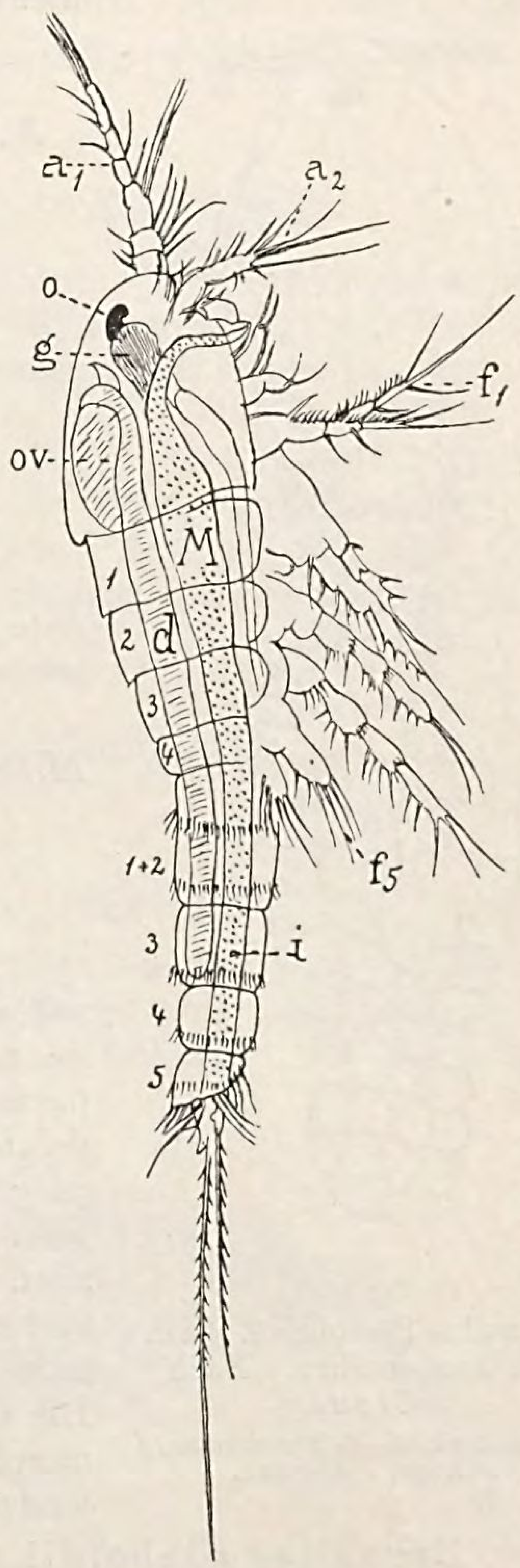


Fig. 148.
Canthocamptus minutus ♀. Nach Claus.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, *d* Oviduct, f_1-f_5 Thorakale Spaltfüsse, *g* Ganglion, *i* Darm, *M* Magen, *o* Auge, *ov* Ovarium.

Schalendrüse mündet an der Basis des vordern Maxillarfusses. Die paarigen Gonaden verschmelzen häufig median, ihre paarigen Ausführgänge münden am ersten oder zweiten Abdominalsegmente. Die Weibchen tragen die Eier am Abdomen in Säcken, die aus zähem im Wasser sofort erstarrenden Sekrete des Oviduktes gebildet sind (Fig. 149, *s*). Die Copepoden bewohnen in ungeheuerer Zahl Süss- und Seewasser und bilden ein wichtiges Nahrungsmittel der Fische.

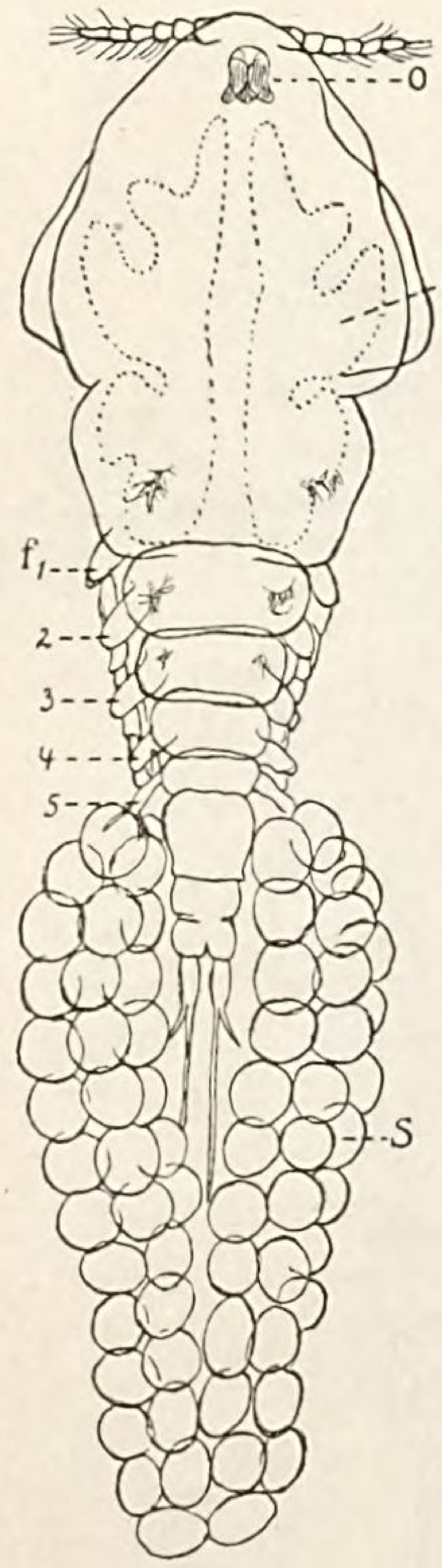


Fig. 149.
Ergasilus Sieboldii ♀. Vom Rücken gesehen. Nach Claus.
e Eierstock, f_1—f_5 Fussstummel, *o* Auge, *s* Eiersack.

A. Copepoda gnathostomata — freilebende Copepoden.

Familie: Cyclopidae.

II. Antenne einästig viergliedrig. V. Fusspaar rudimentär. Herz fehlt.

Cyclops coronatus (Cls.) *Mitteleuropa.*

Familie: Calanidae.

II. Antenne zweiästig. I. Maxille und beide Äste der II. Maxille sehr breit. Herz mit 3 Ostienpaaren an der Grenze des 1. und 2. Thoraxsegmentes.

Cetochilus septentrionalis (Goods.) *Mittelmeer*, *nordeuropäische Meere.*

B. Copepoda parasita.

Die Tiere führen nur während der Larvenzeit als Nauplien ein freies Leben, später nehmen sie auf der Haut und den Kiemen der Fische parasitische Gewohnheiten an und erleiden dann tiefgreifende Umbildungen (Fig. 149): Die Gliederung des Körpers schwindet. Die Beine werden ganz kurze Stummelchen, das Abdomen wird reduziert. Die beiden Antennenpaare verkürzen sich und enden als einfache Klammerhacken. Die Mundteile richten sich zum Stechen und Saugen ein. Die Geschlechtsorgane wuchern gewaltig. Der Dimorphismus der Geschlechter erreicht einen bedeutenden Grad.

Ergasilus Sieboldii (v. Nordm.) *An den Kiemen der Karpfen, Hechte, Brachsen.* (Fig. 149).

Lernaeocera cyprinacea (L.) *An Karpfen.*

Das Weibchen wurmförmig ungegliedert, lange Eiersäcke tragend. Mundteile bilden eine Saugröhre mit stechenden Mandibeln.

C. Branchiura — Kiemenschwänze.

Körper flach. Kopf und erstes Thoraxsegment verwachsen. 4 freie Thoraxsegmente. Abdomen ungegliedert und der Länge nach gespalten. Eine

Hautfalte des Kopfes überwächst die freien Thoraxsegmente. Die hackenförmigen Mandibeln und stilettförmigen I. Maxillen sind in einem Saugrüssel verborgen, der Aussenast der II. Maxille bildet eine grosse Haftscheibe, der Innenast einen bekrallten Maxillarfuss. 4 Paare Ruderfüsse mit zweigliedrigem Stamme und zwei schmalen vielgliedrigen Ästen. 6 dichtgedrängte Bauchknoten. Die Facettenaugen in die Tiefe gerückt und von der Haut überdeckt, daneben das mediane dreilappige Auge. Herz mit zwei Ostien.

Argulus foliaceus (L.) — Gemeine Karpfenlaus.

II. Ordnung. Phyllopoda — Blattfüsser.

Die Beine sind flach, blattförmig gelappt; der Innenast bildet eine breite Ruderplatte, der Aussenast eine breite Kiemenplatte; ausserdem trägt der meist ungegliederte Stamm noch mehrere mediane Plattenanhänge und Kiemensäckchen. Die I. Antenne ist einreihig kurz. Die II. Antenne wird oft mächtig entfaltet. Von der Mandibel bleibt nur die Kaulade bestehen, ebenso von den beiden Maxillen, welche stets Innen- und Aussenast verlieren. Die Ganglienknoten halten beträchtlichen Abstand und sind durch breite Kommissuren verknüpft. Unpaares Stirnauge, paarige Facettenaugen.

I. Unterordnung. Branchiopodidae.

Phyllopoden mit 10—40 Beinpaaren.

Familie: Branchipodidae. (Fig. 150).

Körper nackt. Die I. Antenne entspringt an der Ventralfläche des Kopfes neben der Oberlippe, die II. Antenne wirkt nicht lokomotorisch und wird rückgebildet als sogen. Kopfhorn, das eine Greifzange des Männchens, eine Platte des Weibchens darstellt. Der Thorax zählt 20 (selten 22) Segmente; das fusslose Abdomen (9 Segmente) endet in 2 Furkalplatten, deren Rand mit Borsten besetzt ist. 10—36 Extremitätenpaare hängen am Thorax. Der mediane Rand ihres Stammteiles ist sechslappig, der Aussenast eine flache Atemplatte. Die vordersten Abdominalsegmente bilden bei den Weibchen einen ventralen Beutel, der die Endstücke der Eileiter samt den reifen Eiern birgt. Ein Chitinanhang des 12. und 13. Segmentes der Männchen dient als Begattungsorgan. Die Speiseröhre springt zapfenartig in den cylindrischen Mitteldarm, der bis zur Mitte des vorletzten Segmentes reicht. Den Enddarm grenzt eine Ring-

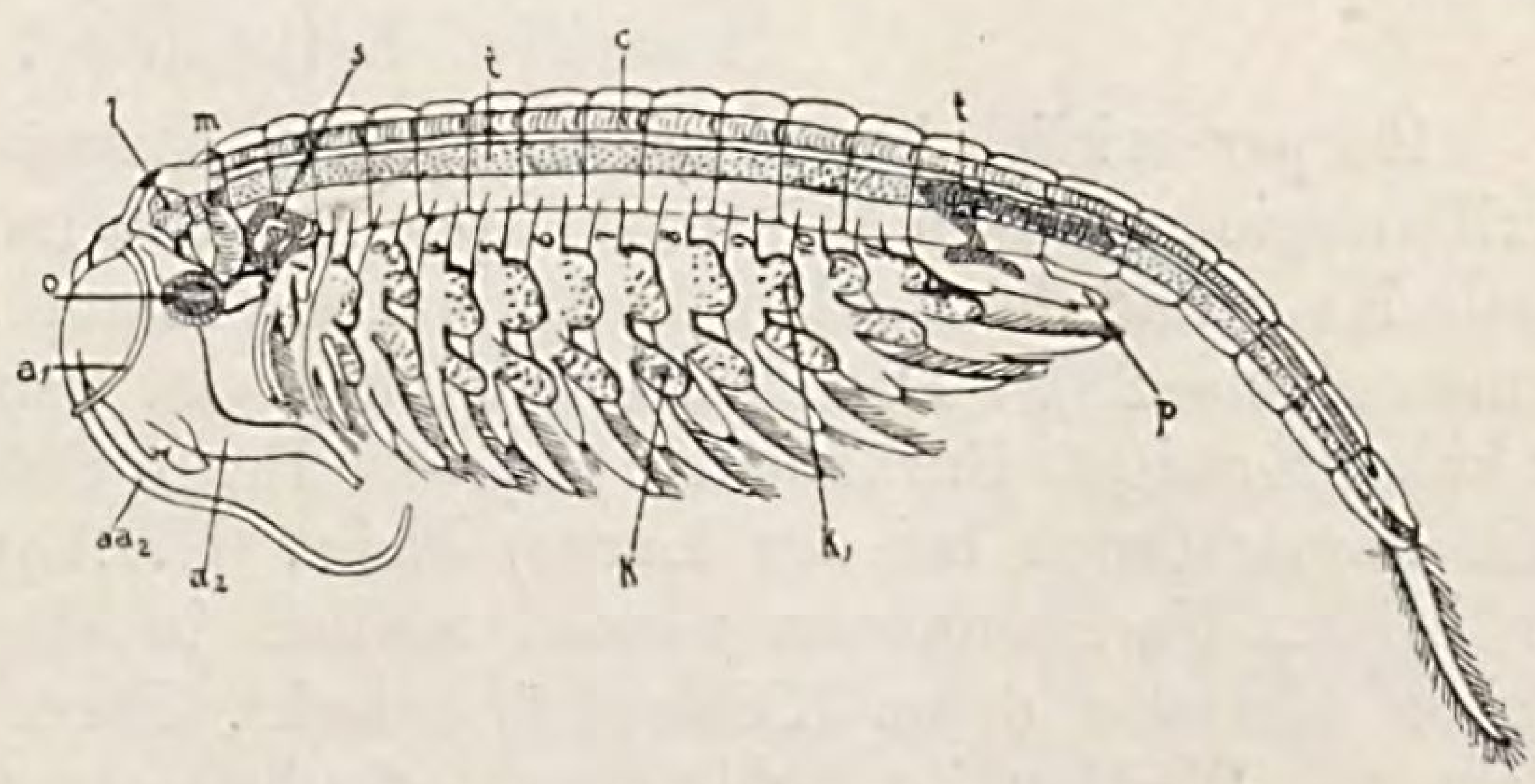


Fig. 150.

Branchipus stagnalis ♂. Nach Claus.

a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, aa_2 Anhang der II. Antenne, c Herz, i Darm (punktiert), k Kiemensäckchen, k_1 Kiemenblättchen, l Leber, m Mandibel, o Auge. p Begattungsglied, s Schalendrüse, t Hoden.

furche ab. Lebersäckchen des Mitteldarmes. Die Bauchkette ist strickleiterförmig mit deutlichen Ganglienpaaren. Die Facettenaugen liegen auf beweglich abgegliederten Kopfteilen — Stiele. Das Herz ist langgestreckt durch alle Brust- und Abdominalsegmente, gekammert, mit 18 Paar Ostien. Die Geschlechtsorgane liegen im Abdomen. Die paarigen Ovidukte des länglichen Ovariums verschmelzen in einen unpaaren Uterus und kurze Scheide. Die paarigen Hoden liegen im 12.—15. Segmente. Paarige Samenleiter.

Branchipus stagnalis (L.) — Kiemenfuss. *Deutschland.*

Familie: Apusidae.

Körper abgeplattet (Fig. 147). I. Antenne stabförmig. II. Antenne zweiästiger Ruderfuss: Aussenast fünfgliedrig, Innenast zweigliedrig. Beide verkümmern später. Von den vordersten Brustsegmenten wächst eine flache Falte — Rückenschild hervor, welche den ganzen Körper, ausgenommen das hinterste Abdominalende deckt. Sehr viele Rumpfsegmente. Die 11 vorderen Segmente tragen je 1 Paar, die 17 hintern eine steigende Zahl von Fusspaaren, so dass die beiden letzten Segmente zusammen 12 Paare besitzen, im ganzen 36—60 Fusspaare. Der Stamm der Füsse ist gestreckt, die Äste der vorderen Beine schmal, der hinteren breit. Lange gegliederte Abdominalanhänge — Furkalfäden. Die ungestielten Facettenaugen werden dem kleinen Stirnauge nahe gerückt, alle in die Tiefe geschoben und von einer Hautfalte überdeckt. Die beiden Lebersäckchen des Mitteldarmes verästeln sich. Die paarigen verästelten Geschlechtsdrüsen erstrecken sich durch den ganzen Körper. Der Samenleiter öffnet sich an der hintern Fläche des 11. Fusspaares. Die Weibchen tragen die Eier am 11. Fusspaare in zweilappigen Kapseln, welche dadurch entstehen, dass der Fussstamm sich uhrglasartig auswölbt und seine Atemplatte sich als Deckel auf ihn legt. Herz in der vordern Hälfte des Rumpfes. Die seltenen Männchen sind $^1/_3$ kleiner als die Weibchen. Parthenogenetische Vermehrung. Schwimmen auf dem Rücken.

Apus cancriformis (Schäff.) — Krebsartiger Kiemenfuss. *Europa.*

Familie: Estheridae.

Körper seitlich komprimiert. Paarige Auswüchse der Rückenhaut in der Maxillarregion wachsen als grosse Lappen aus und umhüllen wie eine zweiklappige Schale Kopt und den seitlich komprimierten Rumpf. Letzterer zählt zahlreiche Segmente (bis 28). Das kurze Abdomen ist ventral gekrümmt und endet mit hakenförmigen Furkalästen. 10—27 Paare Schwimmfüsse. Die I. Antenne bleibt immer (auch bei der Larve) klein, II. Antenne ein gabeliges Ruder. Die beiden Facettenaugen werden median in die Tiefe einer Hautgrube geschoben und von deren Rändern überdeckt. Herz nur im vordersten Körperabschnitt. Wühlen im Schlamme. Parthenogenetische Vermehrung.

Estheria cycladoides (Joly.). *Europa.*

Estheria minuta. Fossil. *Trias.*

II. Unterordnung. Cladocera — Wasserflöhe.

Der Körper (Fig. 151) ist seitlich komprimiert, Thorax nicht gegliedert, Abdomen kurz, ventral eingekrümmt mit rückwärts gerichteten ungegliederten Schwanzhaken. Symmetrische Mantelfalten des Thorax bilden eine zweiklappige,

den ganzen Leib mit Ausnahme des Kopfes deckende Schale. Die I. Antenne ist klein, die II. Antenne ein sehr kräftiges zweiästiges Ruder. Mandibeln und I. Maxillen schwach. Die II. Maxillen schwinden ganz. 4—6 Extremitätenpaare mit oder ohne Atemplatte am Thorax. Bauchkette von 7 Ganglienpaaren. Unpaares Auge. Die facettierten Seitenaugen sind nahe gerückt oder verschmolzen und werden von der Haut überwachsen. Der Mitteldarm bildet 2 kurze gekrümmte Lebersäckchen. Das Herz ist ein ovales Säckchen mit einem Ostienpaare. Die paarigen Hoden münden hinter dem letzten Beinpaare oder am Ende des Abdomens. Die paarigen Eierstocksschläuche ziehen jederseits des Darmes ins Abdomen, die Eileiter münden nahe der dorsalen Fläche des Abdomens in einen von der Schalenfalte überwölbten und von mehreren dorsalen Höckern des Abdomens abgeschlossenen Brutraum,

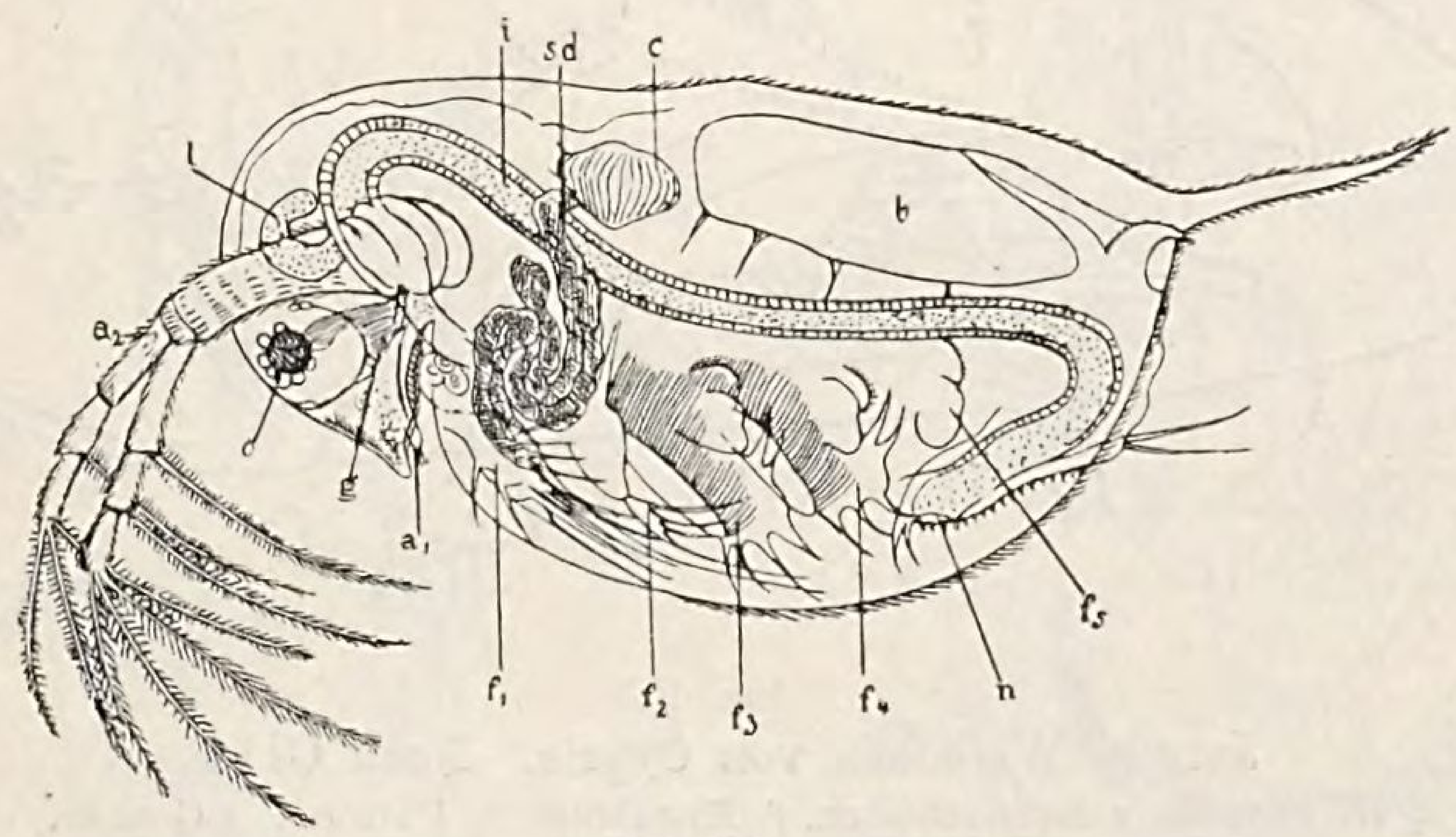


Fig. 151.

Daphnia similis Cls. ♀. Nach Claus.

a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, *b* Brutraum, *c* Herz, f_1—f_5 Fusspaare, *g* Ganglion, *i* Darm, *l* Lebersäckchen *n* After, *o* Auge, *sd* Schalendrüse.

wo die Eier ihre Entwickelung durchlaufen. Schalendrüse gross. Keine Metamorphose. Die Männchen treten nur im Herbste auf, im Sommer vermehren sich die Weibchen auf parthenogenetischem Wege.

Daphnia similis (Cls.) *Mitteleuropa.* (Fig. 151).

III. Ordnung. Ostracoda — Muschelkrebse.

Der seitlich komprimierte Körper (Fig. 152) ist nicht gegliedert, das kurze Abdomen ventral gebogen, zwei zugespitzte rückwärts gerichtete Haken tragend. Die dorsalen Mantelfalten überwachsen den ganzen Körper samt Kopf und Antennen. Da sie stark mit Kalk imprägniert werden, gleichen sie einer zweiklappigen Muschelschale und besitzen ebenso wie diese eine dorsale elastische Zone, welche gleich einem Schalenbande beide Schalenhälften vereint und strebt, dieselben klaffend zu halten. Ein quer den Leib durchziehender, ungefähr in der Schalenmitte ansetzender Muskel schliesst die Schale. Die I. Antenne ist kräftig, ventral gebogen, mit Riechhaaren besetzt, die II. Antenne ein zweiästiges ventral gebogenes reich gegliedertes Ruder. Mandibeln und die beiden Maxillenpaare bewahren den typischen Innen- und Aussenast, wenn gleich stark modifiziert: Das Basalglied der Mandibeln bildet eine bezahnte Kaulade, das Stammglied trägt einen 3gliedrigen Taster; ähnlich

verhält sich die I. Maxille. Die II. Maxille verliert oft ihren Aussenast, der Innenast aber bleibt kräftig, der Ortsbewegung als sog. Maxillarfuss dienend. Der Rumpf trägt nur zwei, nicht lokomotorische Fusspaare: ein vorderes Paar als Kriech- oder Klammerfüsse, das hintere als Putzfüsse. Beide sind gestreckt vielgliedrig, entbehren aber des Aussenastes und Kiemenanhanges. Die Ganglien der Bauchkette drängen sich dicht zusammen. Stirnauge klein. Die beiden Facettenaugen verschmelzen in ein grosses kurz gestieltes beweg-

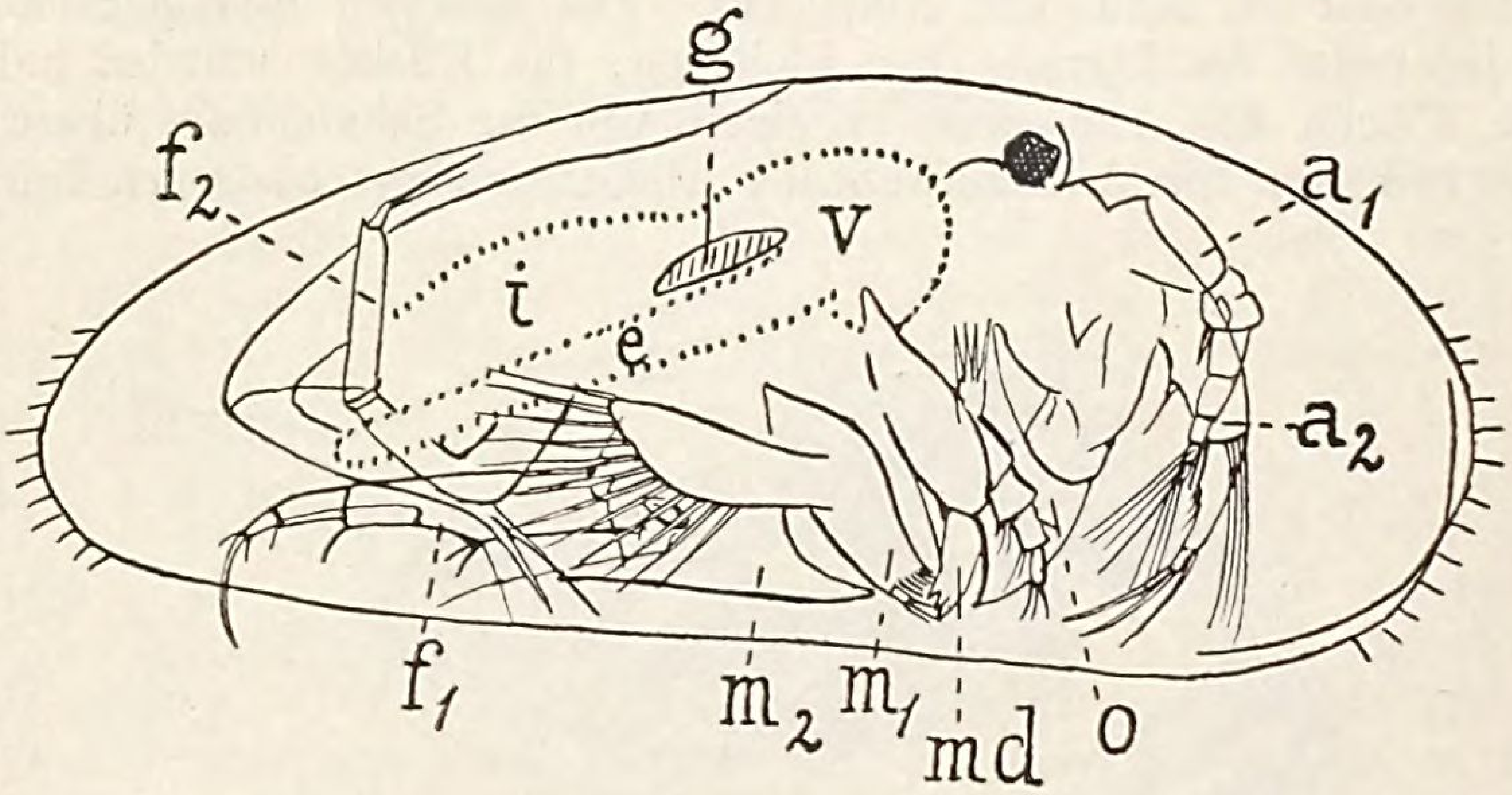


Fig. 152.
Junges Weibchen von Cypris. Nach Claus.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, *e* Leberschlauch, f_1 Kriechfuss, f_2 Putzfuss, *g* Gonade, *i* Darm, m_1 I. Maxille, m_2 II. Maxille, *md* Mandibel, *o* Mund, *v* Magen.

liches Auge, das in einer Hautgrube liegt. Die Leberschläuche werden so lang, dass sie oft in die Mantellappen einwachsen.

Cypris fusca (Str.) — Gemeiner Muschelkrebs. *Europa.*

Cypridina mediterranea (Costa.). *Mittelmeer.*

Fossil. Leperticia, Beyrichia. *Silur.*

Entomis serratostriata (Sdb.). *Cypridinenschiefer Oberdevon.*

Bairtia. *Trias, Alpen.*

IV. Ordnung. Cirripedia — Rankenfüssler.

Der Körper wird während der Larvenentwickelung in tiefgreifender Weise umgebildet, weil die freischwimmende Larve (Fig. 153) sich an irgend einer Unterlage mit ihrem Kopfende festsetzt und in dieser Stellung das Leben verbringt. Die Kopfregion liefert den Sockel des festgewachsenen Tieres (Fig. 153). Die I. einästige kurze Antenne wird ein Haftorgan; an ihrem vorletzten saugnapfartigen Glied mündet der Ausführgang einer Klebdrüse — Cementdrüse. Die II. zweiästige Antenne schwindet, die Innen- und Aussenäste der Mandibeln schwinden, nur die Kauladen dauern; ebenso bleiben nur die Kauladen der I. Maxillen erhalten; die kleinen II. Maxillen verschmelzen zu einer Platte — Unterlippe. Der Thorax zeigt 6 Segmente und 6 Paar Ruderfüsse, deren Innen- und Aussenast in lange vielgliedrige und stark behaarte cylindrische Fäden — sog. Rankenfüsse auswachsen. Das Abdomen ver-

kümmert. Der Thorax wird gegen den Kopf abgeknickt, so dass Mund und After genähert liegen. Die dorsale Kopfschildfalte biegt sich ventral herab, um mantelartig den ganzen Körper zu bedecken. Ihre beiden Lappen verwachsen am abgerundeten Kopfende, hinten bleiben sie frei, einen in die Mantelhöhle führenden Spalt zum Austritte der Nahrung einstrudelnden Rankenfüsse umsäumend. Die Aussenfläche des Mantels scheidet eine stark ver-

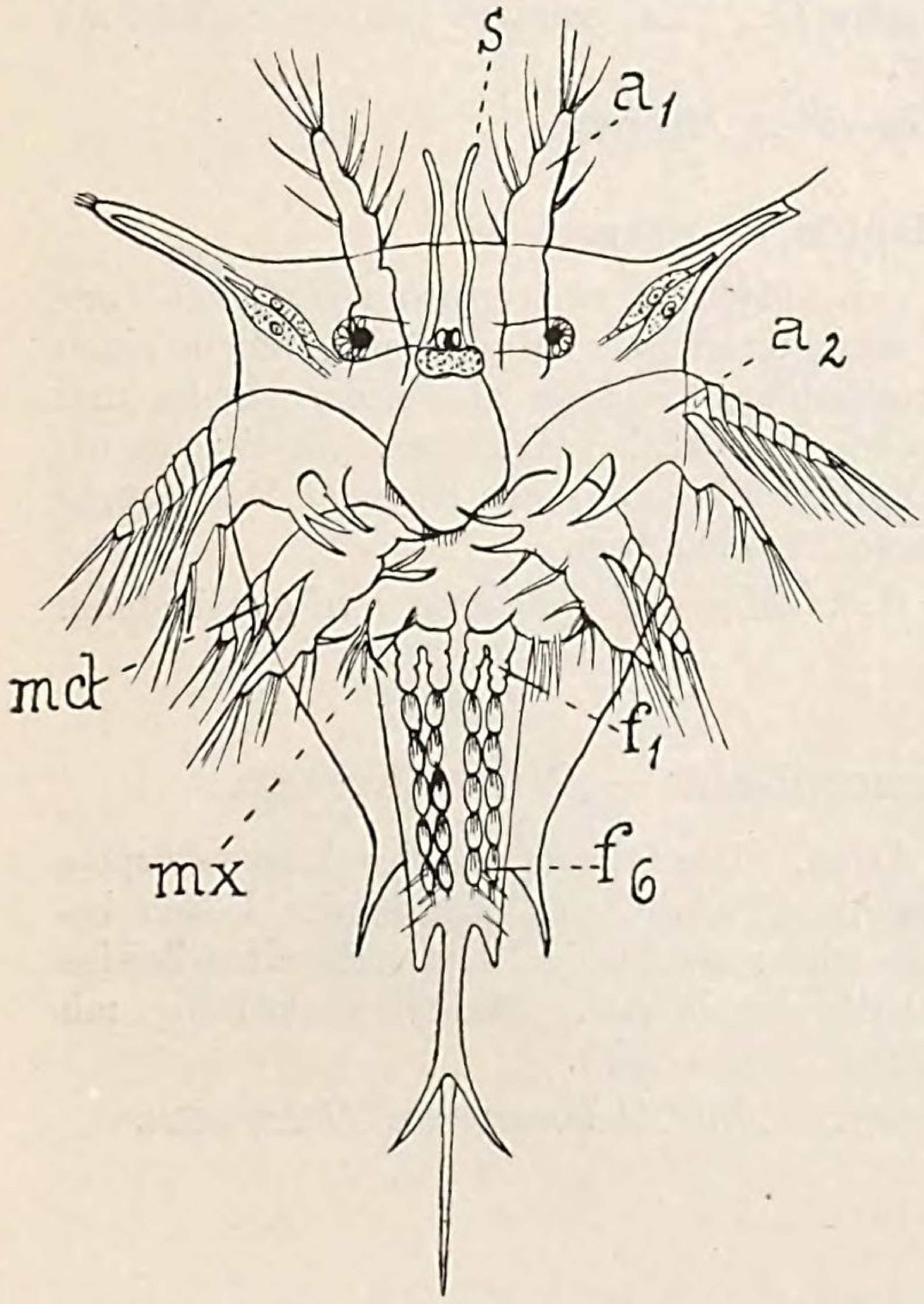


Fig. 153.
Freischwimmende Naupliuslarve von Balanus. Nach Korschelt.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, f_1—f_6 Fussanlagen, *md* Mandibel, *mx* Maxille, *s* frontales Sinnesorgan.

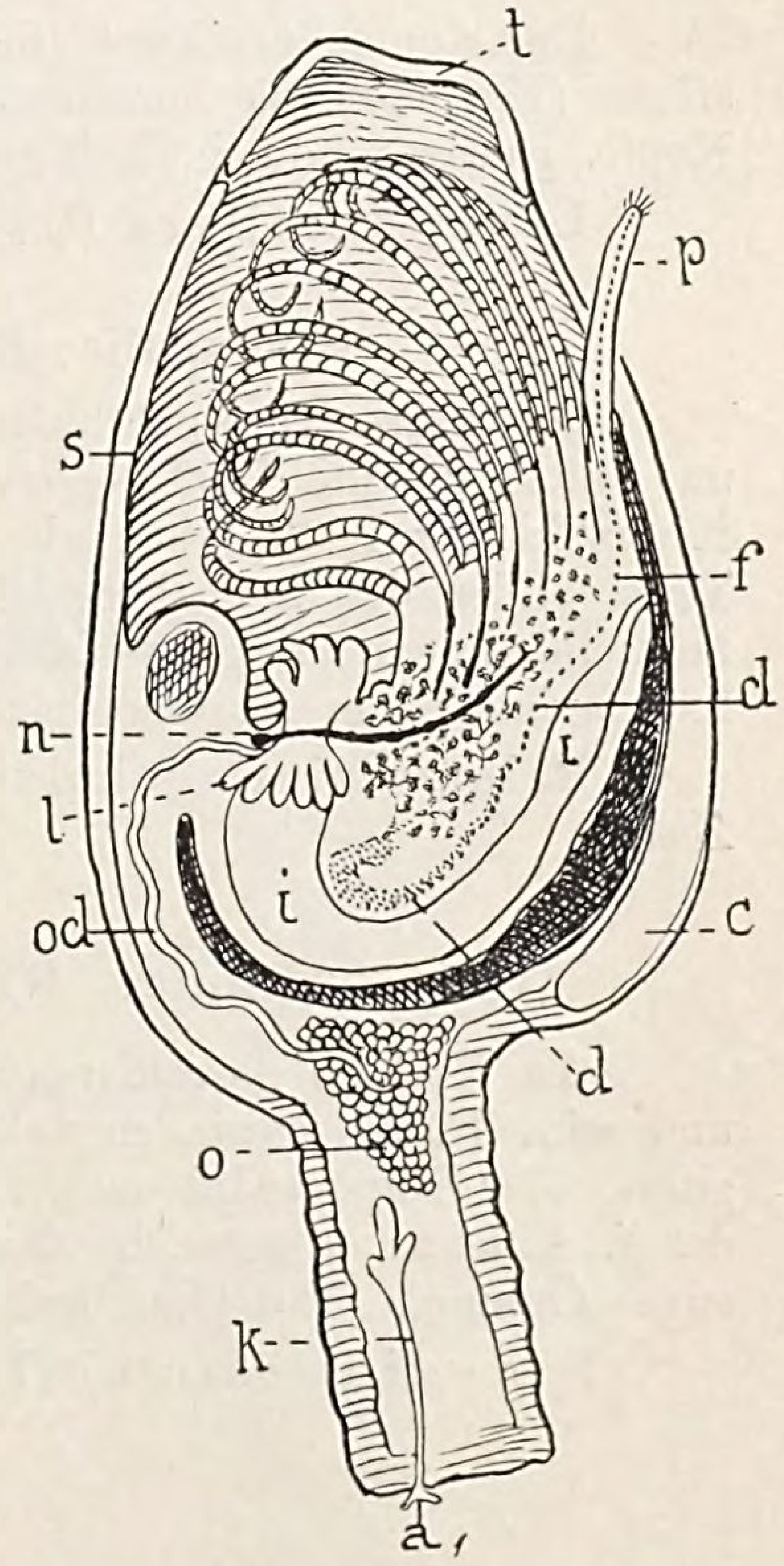


Fig. 154.
Anatomie von Lepas. Nach Claus. Die rechte Schalen- und Mantelhälfte entfernt.
a_1 I. Antenne = Haftstiel, *c* Carina, *d* Vas deferens, *f* After, *i* Darm, *k* Kittdrüse, *l* Leberschläuche, *n* Ganglienkette, *o* Ovarium, *od* Ovidukt, *p* Begattungsglied, *s* Scutum, *t* Tergum.

kalkende Cuticula ab, welche oft in mehrere Stücke — Schalenplatten gegliedert ist. Zwischen beide Mantellappen wird ein Schliessmuskel eingezogen. Die Ganglien der Bauchkette schieben sich zusammen, die paarigen Facettenaugen schwinden, nur das doppelte Stirnauge bleibt bestehen. Der Mund liegt auf einer kegelförmigen Erhebung. Die Speiseröhre ist eng, der Mitteldarm sackförmig, mit mehreren Leberblindsäcken. Herz fehlt.

Die Cirripedien sind meist Hermaphroditen. Die Ovarien liegen am Kopfende, die paarigen Ovidukte münden am Basalgliede der vorderen

Rankenfüsse. Die verzweigten Hoden verbreiten sich im Thorax, die Samenleiter münden durch einen gemeinsamen Kanal in einen unpaaren langen Anhang des Abdomens, welcher als Begattungsglied weit ausgestreckt werden kann. Die befruchteten Eier entwickeln sich in der Mantelhöhle zu Naupliuslarven. Die Cirripedien bewohnen das Meer. Circa 300 Arten.

Familie: Lepadida — Entenmuscheln.

Das Kopfende wächst stielartig aus. Der Mantel bildet kalkige Schalenstücke (Fig. 154), die dorsale unpaare Carina, vordere paarige Scuta am Kopfe, paarige abdominale Terga.

Lepas anatifera (L.) *In allen Meeren.*

Familie: Balanida — Seepocken.

Der kurze Kopfstiel breitet sich später zu einer grossen Haftfläche aus und bildet um die Kopffalte eine sekundäre äussere Mantelfalte, welche einen Kranz kleiner Kalkplatten als ringförmiges Gehäuse abscheidet. Scuta und Terga bilden den beweglichen Deckel des basalen Gehäuses. Je eine in die Mantelhöhle einspringende Mantelfalte funktioniert als Kieme. Die Bauchknoten in eine grosse Ganglienmasse verschmolzen.

Balanus tintinnabulum (L.). *Meere der heissen und gemässigten Zone.*

Unterordnung. Rhizocephala — Wurzelkrebse.

An Krebsen parasitierende Arten. Die Gliederung des Larvenkörpers und seine Füsse schwinden vollkommen, sobald das parasitische Leben beginnt. Der Körper wird dann sack- oder wurstförmig. Die verästelten Zweige der I. Antenne dringen in den Leib des Wirtes. Mantel sackförmig mit enger Öffnung. Ein Ganglienhaufen. Darm fehlt.

Sacculina carcini (Thomps.) *Am Abdomen von Decapoden.*

II. Unterklasse. Malacostraca.

Die Zahl der Körpersegmente ist streng bestimmt. Dem Kopfe schliessen sich immer acht Thoraxringe und sieben Abdominalringe an. Jedes der Thoraxsegmente und 6 Abdominalsegmente tragen je ein Spaltfusspaar. Das letzte abgeflachte Hinterleibssegment — Telson entbehrt derselben. Die Abdominalsegmente bleiben stets frei beweglich, die Thoraxsegmente verwachsen gerne, wie auch stets der Kopf mit dem Thorax verwächst. Der Kopf lässt häufig eine Kopfschildfalte knospen, dieselbe deckt aber nur den Thorax, nie den Hinterleib.

Die I. Antenne besteht aus einem 3—4gliedrigen Schafte und einer langen Geissel, die noch Nebengeisseln treiben kann. Dem zweigliedrigen Schafte der II. Antenne sitzt der Innenast als vielgliedrige dünne Geissel, der Aussenast als kleine Platte — sog. Schuppe auf. Der Mandibel (Fig. 144) wird der Aussenast ganz rückgebildet, der Innenast hängt als sog. Taster am Stamme mit der grossen Kaulade. Auch der Aussenast der

I. Maxille wird meist reduziert, der Innenast bleibt als 1, 2, 3 und mehrgliedriger Taster. Das 2. Stammglied und das 1. Glied des Innenastes bilden Kauladen. Die beiden Schaftglieder der II. Maxillen treiben Kauladen, die beiden Äste bleiben, wenngleich oft schwach entfaltet.

An den 8 Thoraxfusspaaren schwindet der schmale Aussenast, der fünfgliedrige Innenast funktioniert als Schreitfuss, das erste Stammglied trägt eine kleine Kiemenplatte — Epipodit. Die vordersten Thoraxfusspaare beteiligen sich als Kieferfüsse oft an der Nahrungsaufnahme, indem ihr zweites und erstes Basalglied Kauladen bilden.

Die 6 Abdominalfusspaare sind wahre einfach gegliederte Spaltfüsse, deren Basalglied kurz, deren Stammglied sehr lang ist. Das sechste Paar

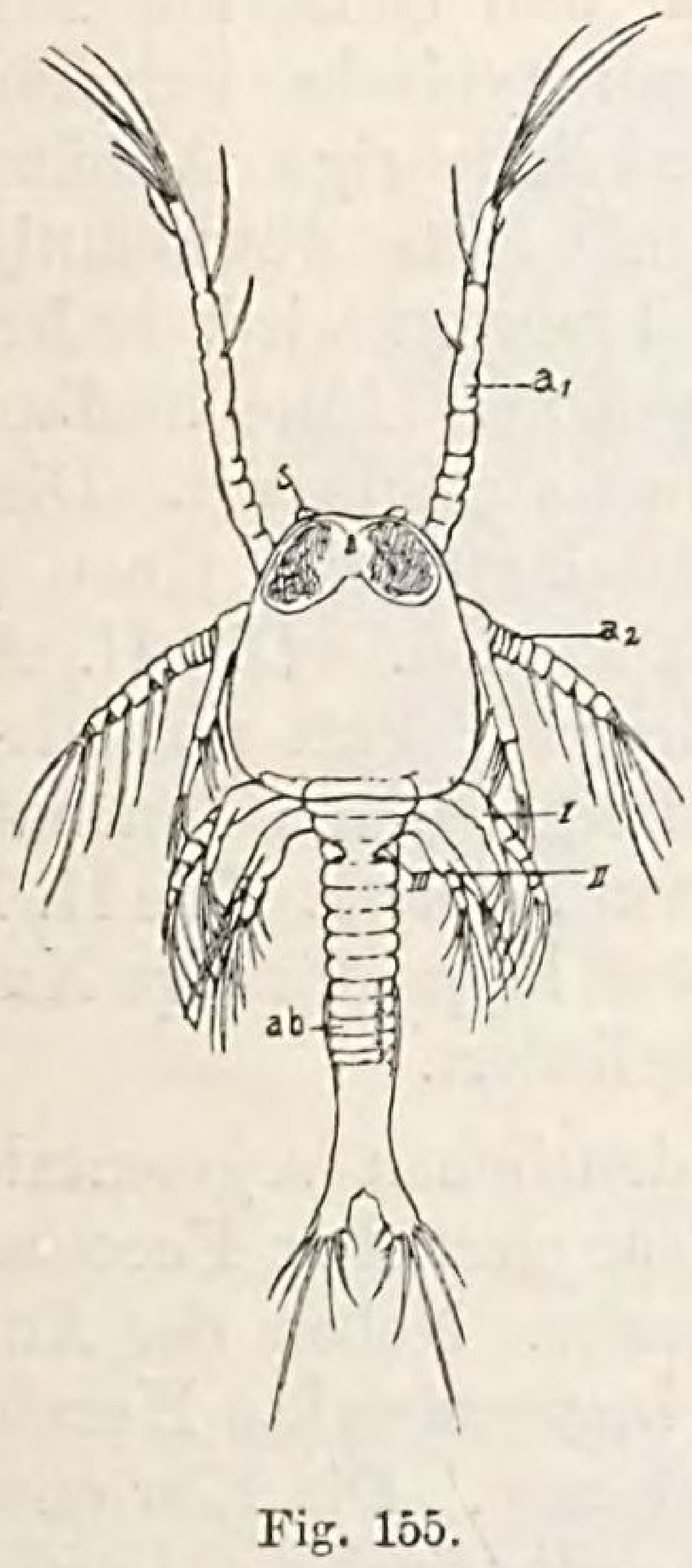


Fig. 155.

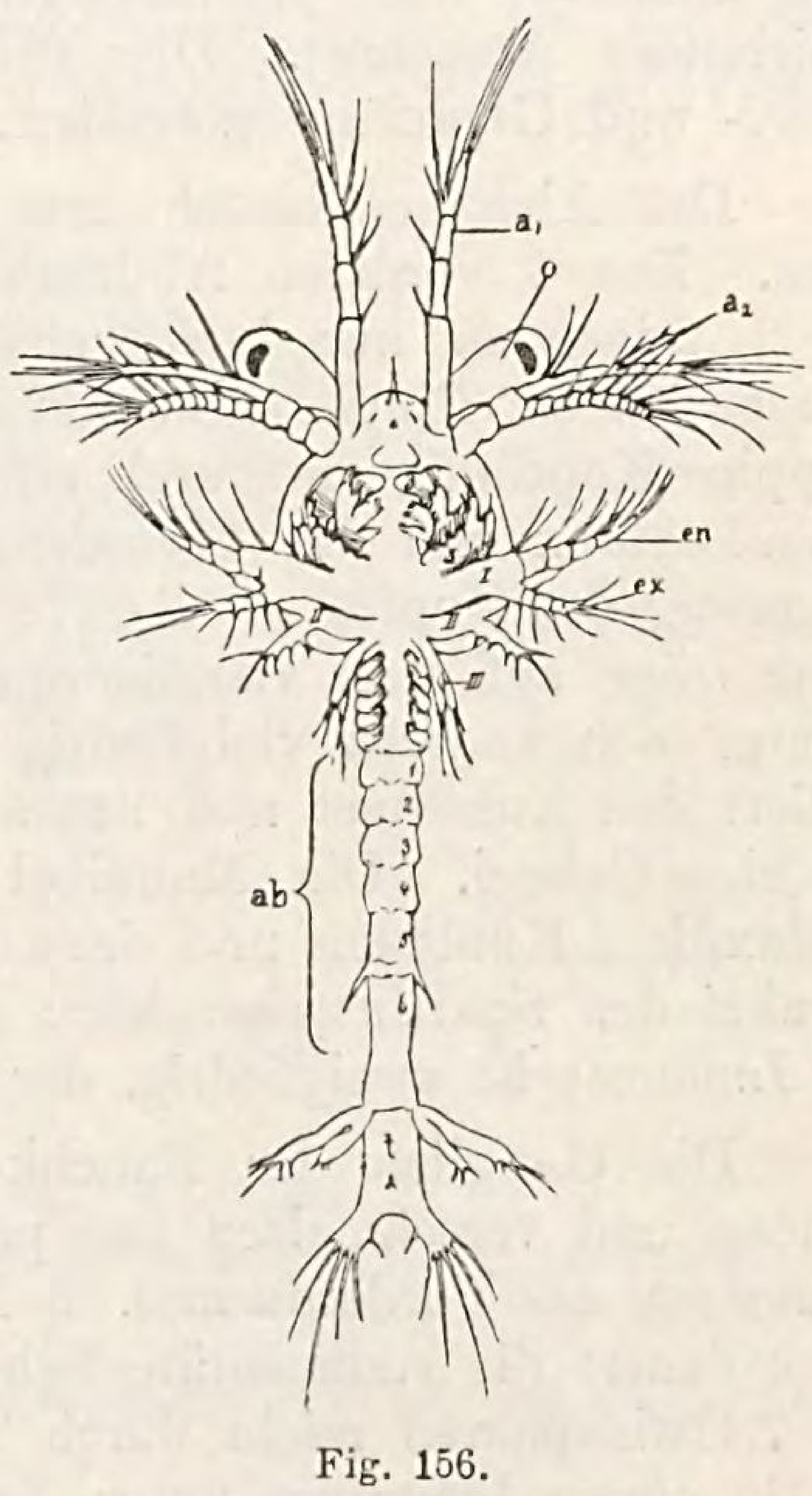


Fig. 156.

Fig. 155: Junge Zoëa (Protozoëa), Fig. 156: Ältere Zoëa von Pennaeus. Nach Claus. a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, *ab* Abdomen, *en* Endopodit, *ex* Exopodit des ersten Kieferfusses, *o* Auge, *s* frontales Sinnesorgan der Larve, *t* Telson, *3* Mandibel, *4* I. Maxille, *5* II. Maxille, *I*, *II*, *III* Thoraxfüsse.

verbreitet sich zu flachen Plattenstücken, welche nach hinten gerichtet enge dem siebenten Abdominalsegmente angeschlossen stehen und mit ihm eine fünfteilige Schwanzruderflosse bilden.

Die Kommissuren der Bauchganglien sind kurz, deshalb ist die strickleiterähnliche Ordnung des Centralnervensystemes oft nicht deutlich. Der enge kurze Vorderdarm erweitert sich zu einem mit starken Chitinleisten und Zähnen bewaffneten Kaumagen. Der Mitteldarm bildet zahlreiche Leberschläuche. Herz mit einer schwankenden Zahl von Ostienpaaren. Die Antennendrüse kommt meistens vor und mündet am ersten Schaftgliede der 2. Antennen. Die Schalendrüse ist selten (bei einigen Larven).

Die weiblichen Geschlechtsgänge münden am sechsten, die männlichen am achten Thorakalsegmente.

Die Malakostracen sind hemimetabol und verlassen das Ei selten als Nauplien, meist als Zoëalarven, welche alle 3 Körperabschnitte, die I., II. Antenne, I. und II. Maxille und 2 Kieferfüsse besitzen. Während die Abdominalsegmente klar ausgebildet sind, bleiben die hinteren 3 Thoraxsegmente in der Entwickelung zurück und setzen spät die Extremitätenanlagen an.

I. Ordnung. Leptostraca.

Sämtliche 8 Thoraxsegmente sind gesondert. Die 8 Thoraxfusspaare sind phyllopodenähnlich: der zweigliedrige Stamm, dessen proximales Glied eine zweizipfelige Kiemenlamelle — Epipodit trägt, stützt den fünfgliedrigen Innenast und den ungegliedert blattförmigen, als Atemlamelle funktionierenden Aussenast. Die Thoraxbeine sind gleichartig und nicht in Kiefer- und Gangfüsse gesondert.

Das Abdomen besteht aus acht Segmenten und endet mit 2 Furkalästen. Die 4 vorderen Abdominalsegmente tragen typische Schwimmfüsse, die 2 folgenden nur kurze einästige ein- bis zweigliedrige Anhänge, die letzten beiden Ringe entbehren der Gliedmassen. Eine dünnhäutig zweiklappige Kopffalte, die durch einen Schliessmuskel bewegt wird, bedeckt den Cephalothorax und die 4 vorderen Abdominalsegmente. Eine mediane Verlängerung des Kopfes — Rostrum wird beweglich abgegliedert. Die I. Antenne trägt auf dem viergliedrigen Schaft 2 Geisselanhänge: einen plattenförmig, den anderen vielgliedrig schlank mit Riechfäden. Die II. Antenne verliert den Aussenast und hat auf dem dreigliedrigen Schaft nur eine vielgliedrige Geissel. Die Mandibel besitzt einen dreigliedrigen Innenast, die I. Maxille 2 Kauladen und einen langen gegliederten Anhang. Die II. Maxille bewahrt den Spaltfusscharakter: der Schaft bildet 3 lappenförmige Kauladen, der Innenast ist zweigliedrig, der Aussenast ungegliedert.

Die Ganglien der Bauchkette stehen in deutlichen segmentalen Abständen und verschmelzen nur paarweise. Ein Paar gestielter Facettenaugen. Kaumagen des Vorderdarmes. 3 Paar Leberschläuche. Neben der Antennendrüse dauert die rudimentäre Schalendrüse. Der langgestreckte Herzschlauch mit 7 Ostienpaaren reicht durch Thorax und Abdomen. Die Eier entwickeln sich in einem Brutraum unter der Schale. Kein selbständiges Larvenleben.

Nebalia Geoffroyi (M. Edw.). *Mittelmeer.*

A. Arthrostraca — Ringelkrebse.

Der kleine Kopf und das erste Brustsegment verschmelzen. 7 Brustringe bleiben frei und verleihen dem Leibe geringeltes Ansehen. Der Kopf bildet keine Schildfalte. Die Thoraxbeine verlieren den Aussenast, die Innenäste wirken als Gangbeine, mit kräftigen Klauen oder Scheren endend. Die Abdominalbeine sind wahre Spaltfüsse. Das erste Thoraxfusspaar allein wirkt als Kieferfuss und verdeckt gleich einer Unterlippe die typischen Mundfüsse. Knoten der Bauchganglienkette scharf getrennt. Die Facettenaugen sitzen fest. Speiseröhre eng. Kaumagen mit Chitinleisten. 2—3 Paar Leberschläuche. In den Enddarm münden 2 Exkretionsschläuche. Der

lange Herzschlauch mit 3 Ostienpaaren durchzieht den grössten Teil des Thorax.

II. Ordnung. Amphipoda — Flohkrebse.

Körper seitlich komprimiert mit langgestrecktem Abdomen (Fig. 157). Siebter Abdominalring klein. Chitinpanzer dünn. I. Antenne meist mit zwei Geisseln. Der Aussenast der II. Antenne fehlt. Mandibeln mit kräftigen Kauladen und dreigliedrigem Taster. Die I. Maxille mit dreigliedrigem Taster. Aussen- und Innenast der II. Maxille fehlen, nur die Kauladen ihrer beiden Stammglieder sind kräftig. Die Basalglieder des einzigen Kieferfusspaares verschmelzen. Die 7 übrigen Brustfüsse sind Lauffüsse, und tragen meist zarthäutige schlauchförmige Kiemen — Epipodit am Basalgliede des Stammes (die weiblichen Tiere besitzen Brutplatten am Basalgliede). Die 3 vorderen Paare der Abdominalfüsse wirken mit ihrem vielgliedrigen Innen- und Aussen-

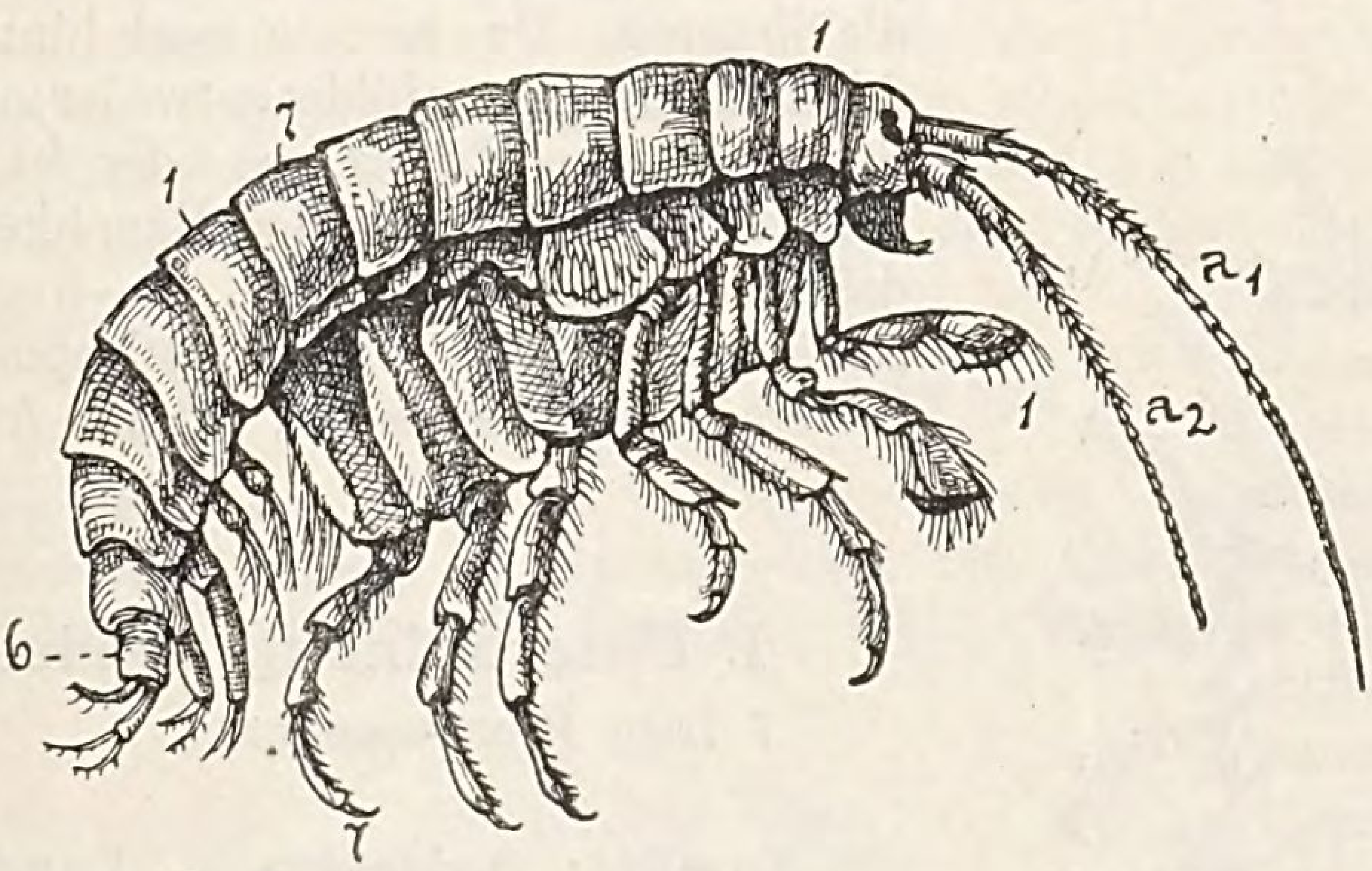


Fig. 157.
Amphitoë Jurinii. Nach M. Edwards.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, *1—7* Thoraxsegmente und -füsse, *1—6* Abdominalsegmente.

ast als Schwimmfüsse, die 3 hinteren Paare hingegen als schwache nach hinten gerichtete Springbeine.

Die vorderen Ganglien der Bauchkette verschmelzen. 4 Abdominalganglien. 1—2 Paar grosser Leberschläuche. Lang gestrecktes Herz im Thorax mit 3 Ostienpaaren.

Familie: Gammaridae.

Gammarus pulex (L.) — Gemeiner Flohkrebs. *In Bächen Deutschlands.*

Unterordnung. Laemodipoda.

Parasitische Amphipoden. Einige Brustbeinpaare schwinden oft, die hinteren werden kräftige Klammerbeine.

Caprella linearis (Bate). *An Polypen der Nordsee.*

Cyamus ceti (L.). — Walfischlaus. *In der Haut von Walen. Nordeuropäische Meere.*

III. Ordnung. Isopoda — Asseln.

Der breite Körper (Fig. 158) ist dorsoventral komprimiert und etwas dorsal gewölbt, das Abdomen ist kurz mit 6 oft verschmelzenden Segmenten. Die kurze I. Antenne trägt eine Geissel. Der II. Antenne fehlt der Aussenast. Die Mandibel trägt einen dreigliedrigen Taster. Die I. Maxille meist ohne Taster, der II. Maxille fehlen Aussen- und Innenast und die Kauladen des Stammes werden oft rückgebildet. Die Basalglieder des einzigen Kieferfusspaares verschmelzen nicht. Die 7 übrigen Brustfusspaare ermangeln des Aussen- und Nebenastes und der Kiemen, sie dienen als Schreit- oder Klammerfüsse (bei den Weibchen hängen Brutplatten am Basalgliede). Der Aussen- und Innenast von 4 Abdominalfusspaaren bildet je eine breite Kiemenplatte. Das vorderste Paar deckt als Schutzplatte die hinteren. Das sechste nach hinten gerichtete Abdominalfusspaar bildet entweder mit dem letzten Segmente eine Ruderflosse oder ist griffelförmig (Fig. 158). Ganglien der Bauchkette dicht gedrängt. Augen festsitzend. 4—6 grosse Leberschläuche. Herz mit 2 Ostienpaaren in den hinteren Brustsegmenten, oft im Abdomen.

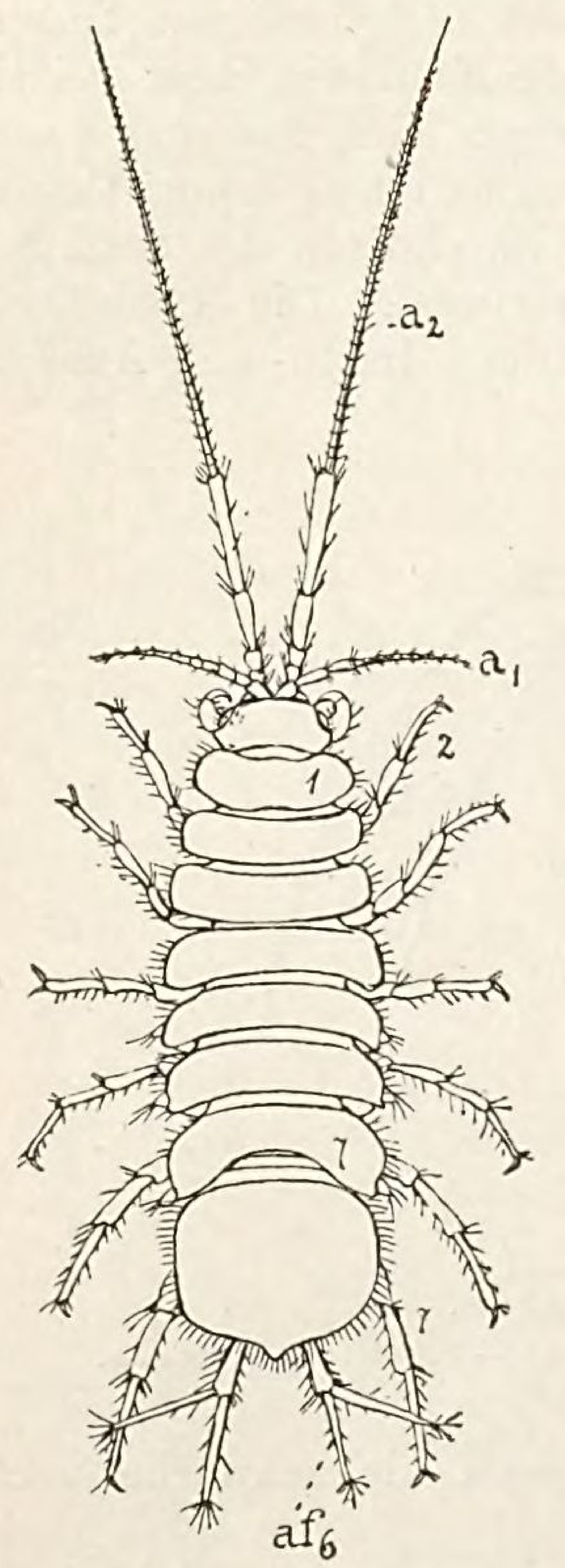


Fig. 158.
Asellus aquaticus. Nach Bronn.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, $1—7$ Thoraxringe und -beine, af_6 Abdominalfuss.

I. Unterordnung. Euisopoda.

7 freie Brustsegmente.

Familie: Oniscidae — Landasseln.

Oniscus murarius (Cuv.). — Gemeine Mauerassel. *Europa.*

Porcellio scaber (Latr.). — Kellerassel. *Europa.*

Familie: Asellidae — Wasserasseln.

Asellus aquaticus (Ol.). — Wasserassel. *Europa.* (Fig. 158).

Familie: Cymothoidae.

Leben ektoparasitisch. Mundteile saugend. Die verkürzten Beine dienen als Klammerorgane.

Cymothoa oestrum (L.). — Bremsenassel. *Auf Nordseefischen.*

Familie: Entoniscidae.

Leben entoparasitisch. Die Männchen sind deutlich gegliedert, die Weibchen sackförmig ohne Extremitäten.

Cryptoniscus pygmaeus (Müll.). *Schmarotzt in parasitischen Cirripedien.*

II. Unterordnung. Anisopoda.

Auch das zweite Brustsegment mit dem Kopfe verschmolzen, deshalb nur 6 freie Brustringe. Das zweite Thoraxfusspaar bildet mächtige Scherenfüsse. Herz im Thorax.

Tanais Oerstedtii (Kröy.). *Nord- und Ostsee.*

B. Thoracostraca — Schalenkrebse.

Ein grosser Theil oder sämtliche Thoraxsegmente verschmelzen unbeweglich und mit dem Kopfe zu einem starren Cephalothorax, die Kopffalte überwächst die Thoraxsegmente, nie das Abdomen, und deckt die laterale Fläche des Cephalothorax, lässt aber die Beine frei. Der Schaft der I. Antenne trägt 2—3 Geisseln, die II. Antenne ist eine lange Geissel. 2—5 Paare Kieferfüsse. Die Kopfbezirke, wo die Augen liegen, werden oft als bewegliche Augenstiele abgegliedert. Das unpaare Auge wird später rückgebildet. Kaumagen weit, Mitteldarm langgestreckt mit zahlreichen Leberschläuchen. Die paarigen Gonaden haben die Neigung, median zu verschmelzen.

IV. Ordnung. Cumacea.

Die Kopffalte überwächst nur die drei vorderen Thoraxsegmente (Fig. 159). Abdomen lang schmal. I. Antenne klein. II. Antenne sehr lang beim Männchen, kurz beim Weibchen, Aussenast fehlt. Mandibeln ohne Innenast.

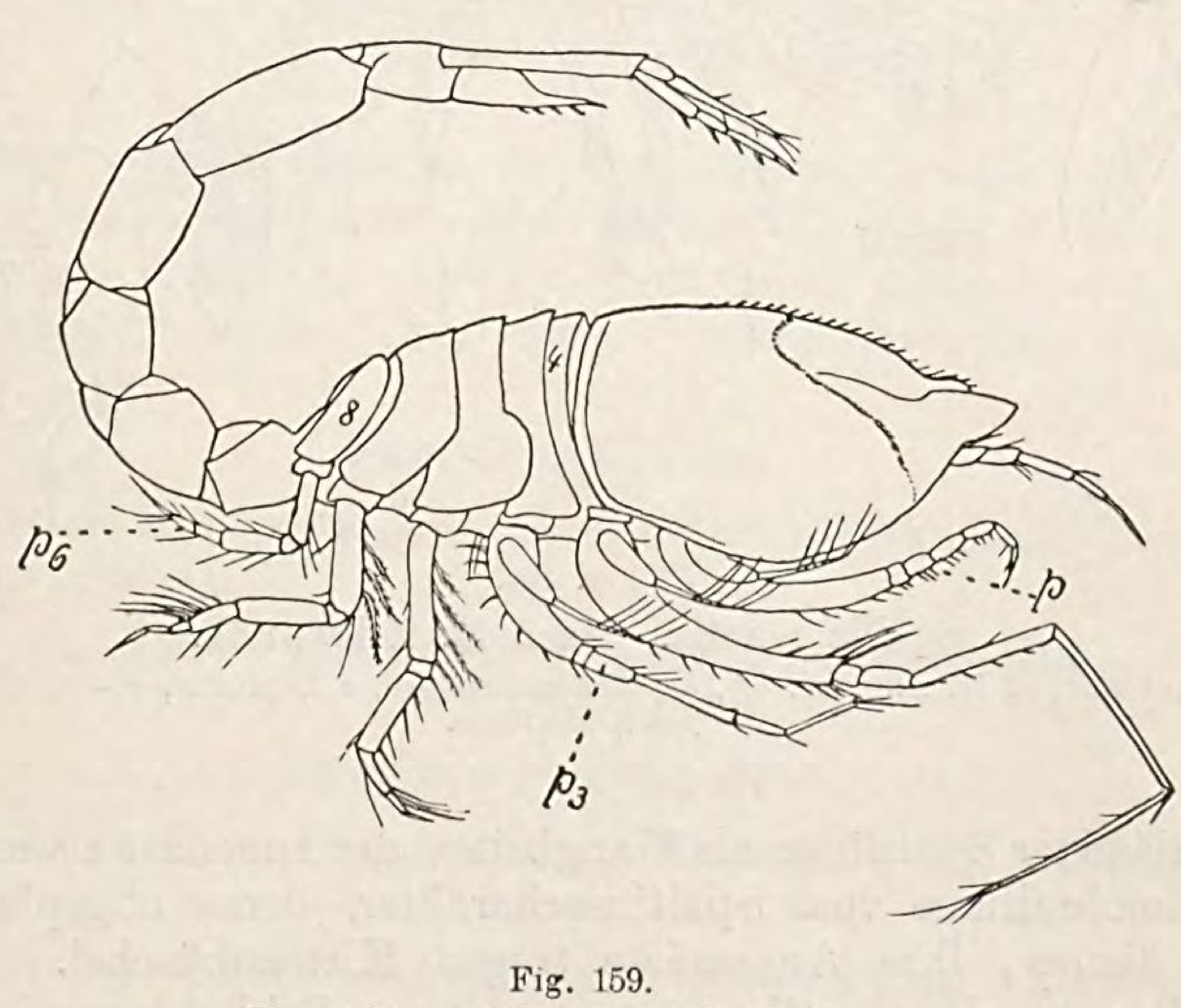


Fig. 159.
Diastylis antilensis. Nach Sars.
p, p_3, p_6 Brustfüsse, 4—8 freie Thoraxsegmente.

I. Maxille mit Taster. II. Maxille ohne Innenast, mit kleinem Aussenast. 2 Paare Kieferfüsse. 6 Paare thorakaler Schwimmfüsse vom Typus der Spaltfüsse. 6 Paar Abdominalfüsse (beim Weibchen nur das 6. Paar vorvorhanden). Die ungestielten Augen liegen dicht oder verschmelzen über

der Basis des Rostrum. Herz lang in den mittleren Thoraxsegmenten. 3 Paar grosser Leberschläuche. Gonaden nicht verschmolzen.

Diastylis Rathkii (Kr.). *Nord- und Ostsee.* (Fig. 159).

V. Ordnung. Stomatopoda — Maulfüssler.

Körper dorsoventral komprimiert, langgestreckt (Fig. 160). Die weichhäutige Kopffalte deckt 4 Thoraxsegmente, welche immer in beschränkter Weise beweglich bleiben. Das Abdomen ist länger als der Cephalothorax. Der vordere Augen und Antennen tragende Teil des Kopfes ist beweglich. Der langgestreckte dreigliedrige Stiel der I. Antenne trägt 3 kurze Geisseln. Die II. Antenne bildet eine grosse breite Schuppe und eine vielgliedrige Geissel. Mandibeln mit dreigliedrigem Taster. I. Maxille mit kleinem Taster. II. Maxille klein, ihr Aussenast fehlt, Innenast zweigliedrig mit fächerartigem Lappen, Kauladen beider Stammglieder. Fünf Paar Kieferfüsse, deren Aussenast schwindet, Epipoditen bestehen. Das I. Paar ist dünn tasterförmig, das II. Paar bildet mächtige Raubfüsse, indem die 2 letzten Glieder des Innenastes sehr lang und kräftig werden: das letzte säbelartig gekrümmte, mit scharfen Spitzen besetzte Glied kann in eine Rinne des vorletzten Gliedes eingeklappt werden.

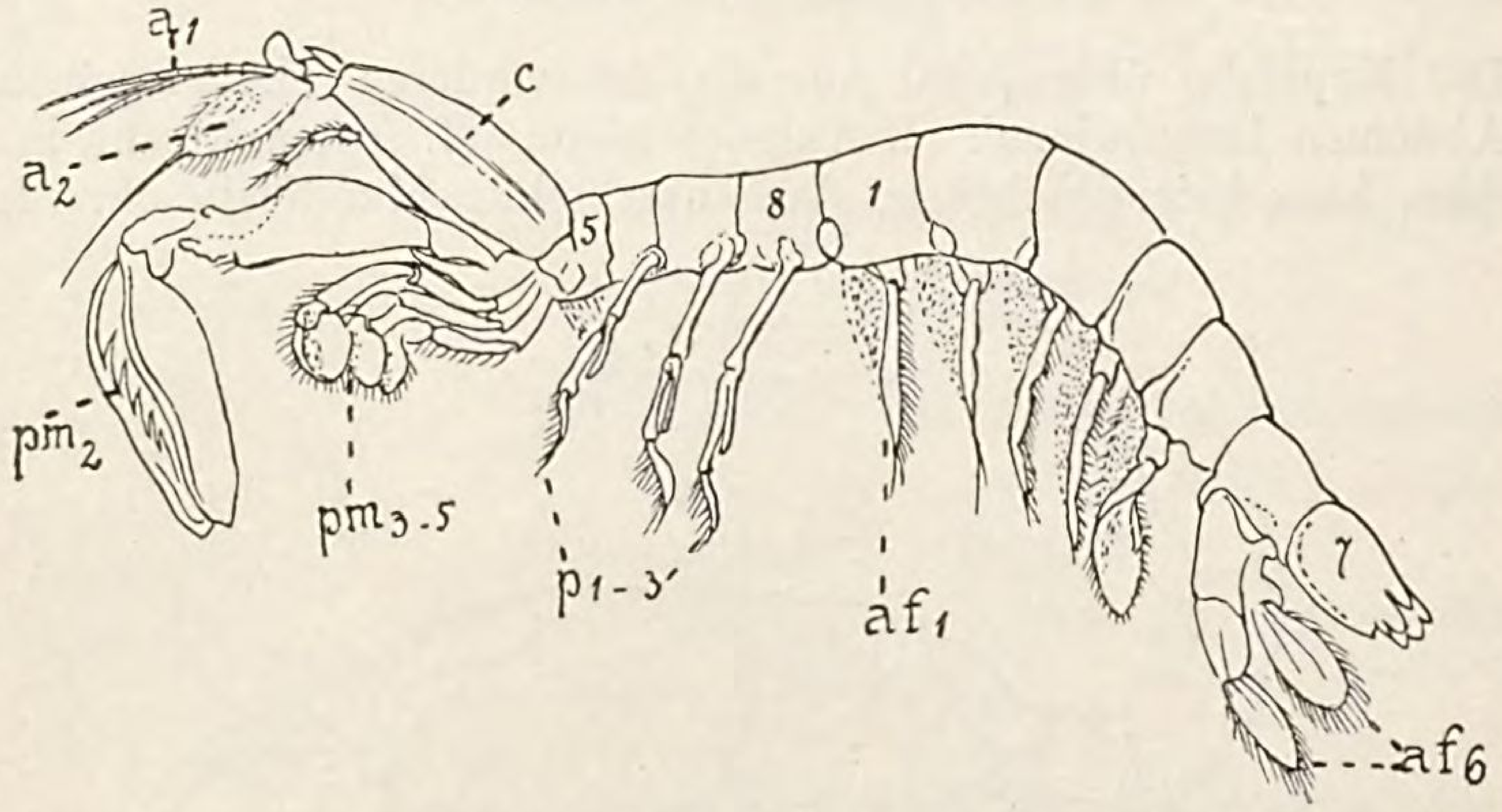


Fig. 160.

Squilla mantis. Nach M. Edwards.

a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, af_1, af_6 Abdominalfüsse, c Kopffalte, p_1—p_3 Brustfüsse, pm Kieferfüsse.

3 Paare zweiästiger Spaltfüsse als Gangbeine, der Innenast etwas verkümmert. 5 Paar Abdominalfüsse vom Spaltfusscharakter, deren abgeplattete Äste als gute Ruder dienen, ihre Aussenäste tragen Kiemenbüschel. Die vorderen Thoraxganglien werden in die grossen unteren Schlundganglien einbezogen. Die 3 hinteren Thoraxganglien und die 6 Abdominalganglien wohl gesondert. Unpaares Auge und gestielte Facettenaugen. 10 Paare büschelförmig verästelter Leberschläuche. Langer Herzschlauch mit 12 Ostienpaaren zieht durch Thorax und Abdomen. Gonaden im Abdomen, verschmelzen median.

Squilla mantis (Latr.). — Gemeiner Heuschreckenkrebs. *Mittelmeer.* (Fig. 160).

VI. Ordnung. Schizopoda — Spaltfüsser.

Körper klein langgestreckt (Fig. 161). Das dünne Kopfbrustschild verschmilzt mit der Rückenfläche verschieden vieler Thoraxsegmente, deshalb bleiben mehrere oder nur eines frei. I. Antenne mit 2 langen einästigen Geisseln. Alle Füsse haben typischen Spaltfusscharakter. II. Antenne mit einer langen vielgliedrigen Geissel und plattenförmigen Aussenast (sog. Schuppe). Oberkiefer mit dreigliedrigem Taster. I. Maxille mit 2 Kauladen, der kleine Innen- und Aussenast dienen als Fächerplatten für die Wasserzuführung an die Kiemen. II. Maxille mit beiden Ästen, Aussenast schwach. Die 8 Thoraxfusspaare sind Spaltfüsse mit Innen- und Aussenast, 2 Paare dienen als Kieferfüsse, die 6 übrigen Paare tragen Kiemen. Die 5 Abdominalfusspaare sind gross beim

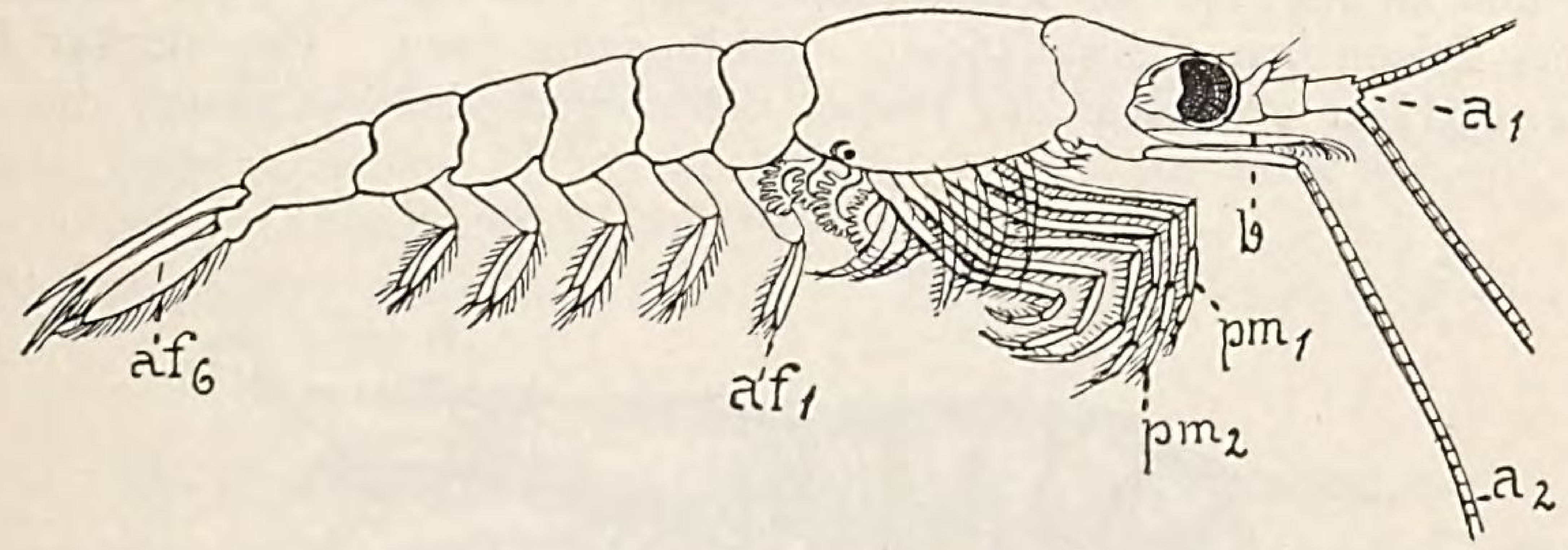


Fig. 161.
Euphausia Mülleri ♂. Nach Bronn.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, af_1—af_6 abdominale Spaltfüsse, b Schuppe (= Aussenast) der II. Antenne pm_1, pm_2 Kieferfüsse.

Männchen, klein beim Weibchen. In der inneren Lamelle des sechsten Abdominalfusspaares, das mit dem letzten Hinterleibssegmente die Flosse bildet, liegt ein statisches Bläschen. Die Bauchganglien getrennt. 5 Paar Leberschläuche. Herz mit einem Ostienpaare. Geschlechter sehr dimorph.

Familie: Mysidae.

Die 5 letzten Thoraxsegmente nicht mit dem Rückenschilde verschmolzen. Brustfüsse ohne Kiemen.

Mysis vulgaris (Thomps.). *Nordeuropäische Meere.*

Familie: Euphausidae.

Nur das letzte Thoraxsegment frei. Kiemenbüschel an den Brustfüssen. 8 Nebenaugen.

Euphausia splendens (Dana.). *Atlantischer Ocean.* (Fig. 161).

VII. Ordnung. Decapoda — Zehnfüssige Krebse.

Die Kopffalte verschmilzt meistens mit der Dorsalfläche aller Thoraxsegmente und biegt sich an den lateralen Flächen ventral herab, um die Kiemenanhänge der Beine zu überdecken. Das Stirnende ist stachelartig —

Rostrum ausgezogen. Abdomen sehr kräftig. I. Antenne klein: dreigliedriger Schaft und 2—3 vielgliedrige Geisseln. II. Antenne lang mit ungegliedertem Aussenast. Mandibel mit zwei- bis dreigliedrigem Taster. I. Maxille mit zwei Laden und einfachem schmalen Taster, oft kleinem Aussenaste. Die beiden Kauplatten der II. Maxille sind zwiespaltig. Ihr kleiner zwei- oder mehrgliedriger Innenast verliert später die Gliederung, der Aussenast bildet eine Fächerplatte zur Regulierung des Wasserstromes in der von der Kopfschildfalte überwölbten Kiemenhöhle. Drei Paare Kieferfüsse mit wohl entwickelten Kauladen der beiden Basalglieder, mit geisselartigem Aussenast und einem langgestreckten Epipodit. Fünf Paare von thorakalen Schreitfüssen, deren Aussenast immer schwindet; der kräftige Innenast endet mit einem klauen- oder scherenförmigen Endgliede. Sie tragen Kiemen, welche vom Rumpfe, der Gelenkhaut und der Basis des Epipoditen entspringen. Die fünf vorderen Abdominalfusspaare sind schwache Spaltfüsse. Beim Männchen dient das erste und zweite Paar als Kopulationsorgan. Das sechste Paar schliesst sich an das Telson zur Schwanzflosse. Schlundring lang. Ein starker Lappen — Ganglion opticum des oberen Schlundganglions entsendet die Augen-

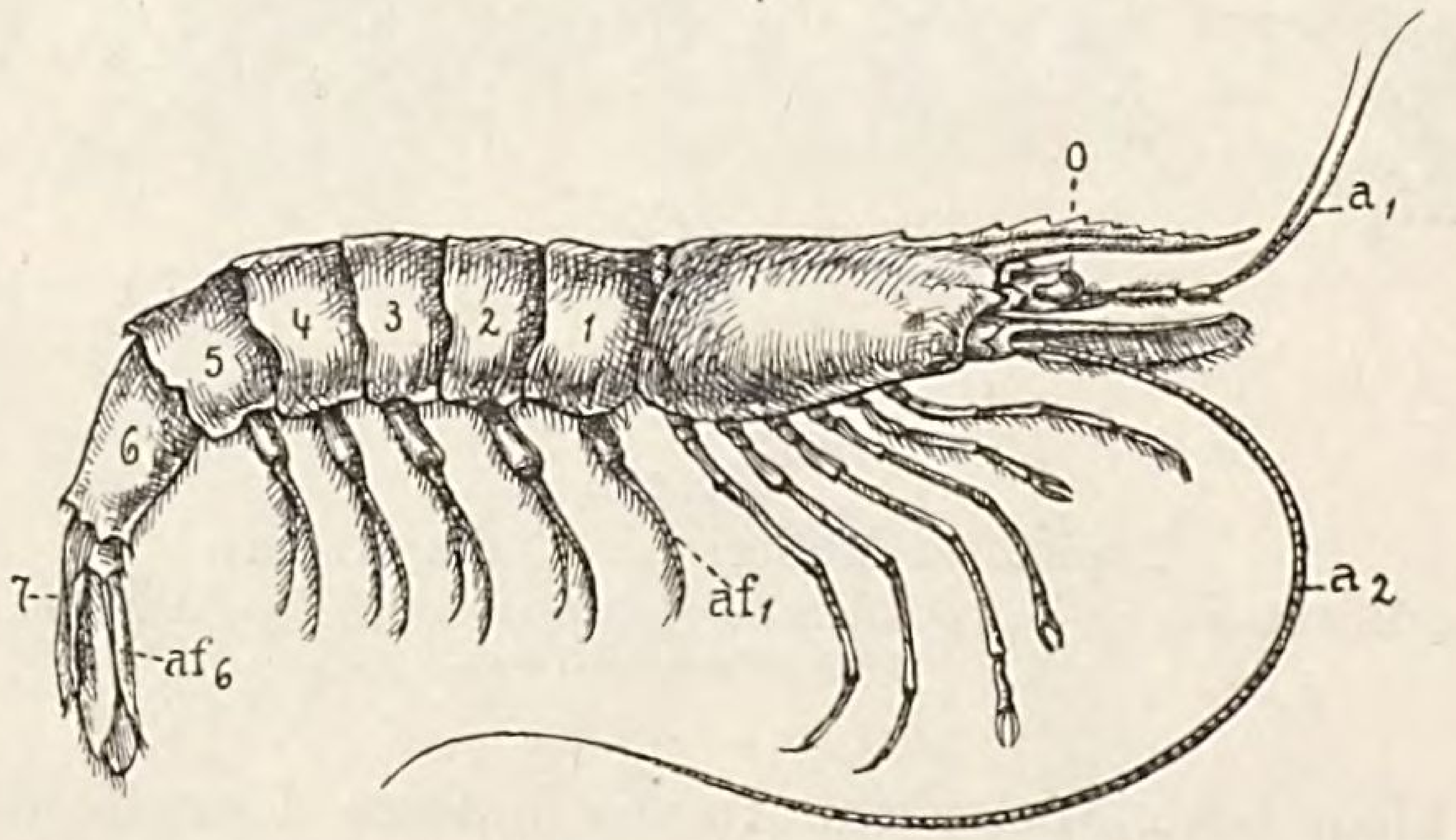


Fig. 162.
Pennaeus membranaceus. Nach Heller.
a_1 I. Antenne, a_2 II. Antenne, af_1—af_6 abdominale Spaltfüsse, *o* Auge, *1*—*7* Abdominalsegmente.

nerven. Gestielte Augen. Offene statische Bläschen im Basalgliede der ersten Antenne. Kaumagen mit Krebsaugen. Grosse Menge kleiner Leberschläuche. Gedrungenes Herzsäckchen mit fünf dorsalen und drei ventralen Ostienpaaren. Gonaden liegen hinter dem Kaumagen dorsal vom Darme, verschmelzen meist unpaar. Samenleiter mündet am Basalgliede des letzten, der Ovidukt am Basalgliede des drittletzten Thoraxfusspaares.

I. Unterordnung. Macrura — Langschwänze.

Langes Abdomen mit breiter Schwanzflosse.

1. Familie: Carididae — Garneelen.

Grosse Schuppe der zweiten Antenne. Drittes Kieferfusspaar beinartig.

Crangon vulgaris (Fabr.) — Gemeine Garneele. *Nordische Meere.*

Palaemon squilla (L.) — Gemeiner Granat. *Europäische Meere.*

Pennaeus membranaceus (Risso). *Mittelmeer.* (Fig. 162).

2. Familie: Astacidae.

Kleine Schuppe der zweiten Antenne. Viertes Thorakalfusspaar mit kräftiger Schere.

Astacus fluviatilis (Fabr.) — Edelkrebs. *Europa.*

Homarus vulgaris (M. Edw.) — Hummer. *Europäische Meere.*

Familie: Loricata — Panzerkrebse.

Schuppe fehlt. Panzer sehr dick und hart. Die fünf hinteren Thoraxfusspaare enden in einfachen Klauen.

Palinurus vulgaris (Latr.) — Gemeine Languste. *Mittelmeer.*

Familie: Paguridae — Einsiedelkrebse.

Das lange Abdomen bleibt weichhäutig, weil es die Tiere in Schneckenschalen bergen. Cephalothorax gepanzert.

Pagurus Bernhardus (Fabr.) — Bernhardskrebs. *Nord- und Ostsee.*

II. Unterordnung. Brachyura — Krabben.

Abdomen kurz, gegen die ventrale Wand des Thorax eingeschlagen. Flache Flosse verkümmert. 1—4 Gehfusspaare. Augenstiele in Höhlen. I. Antenne oft in seitlichen Gruben versteckt. Abdominalfüsse dünne Stiele.

Familie: Notopoda.

Die zwei letzten Fusspaare sind höher an der dorsalen Thoraxwand eingelenkt.

Dromia vulgaris (M. Edw.) — Wollkrabbe. *Mittelmeer, Nordsee.*

Familie: Oxyrhyncha — Dreieckkrabben.

Cephalothorax dreieckig, Rostrum spitz.

Maja squinado. (Latr.) — Teufelskrabbe. *Europäische Meere.*

Familie: Cyclometopa — Bogenkrabben.

Cephalothorax vorn abgerundet.

Cancer pagurus (L.) — Taschenkrebs. *Europäische Meere.*

Familie: Catometopa — Viereckkrabben.

Cephalothorax viereckig.

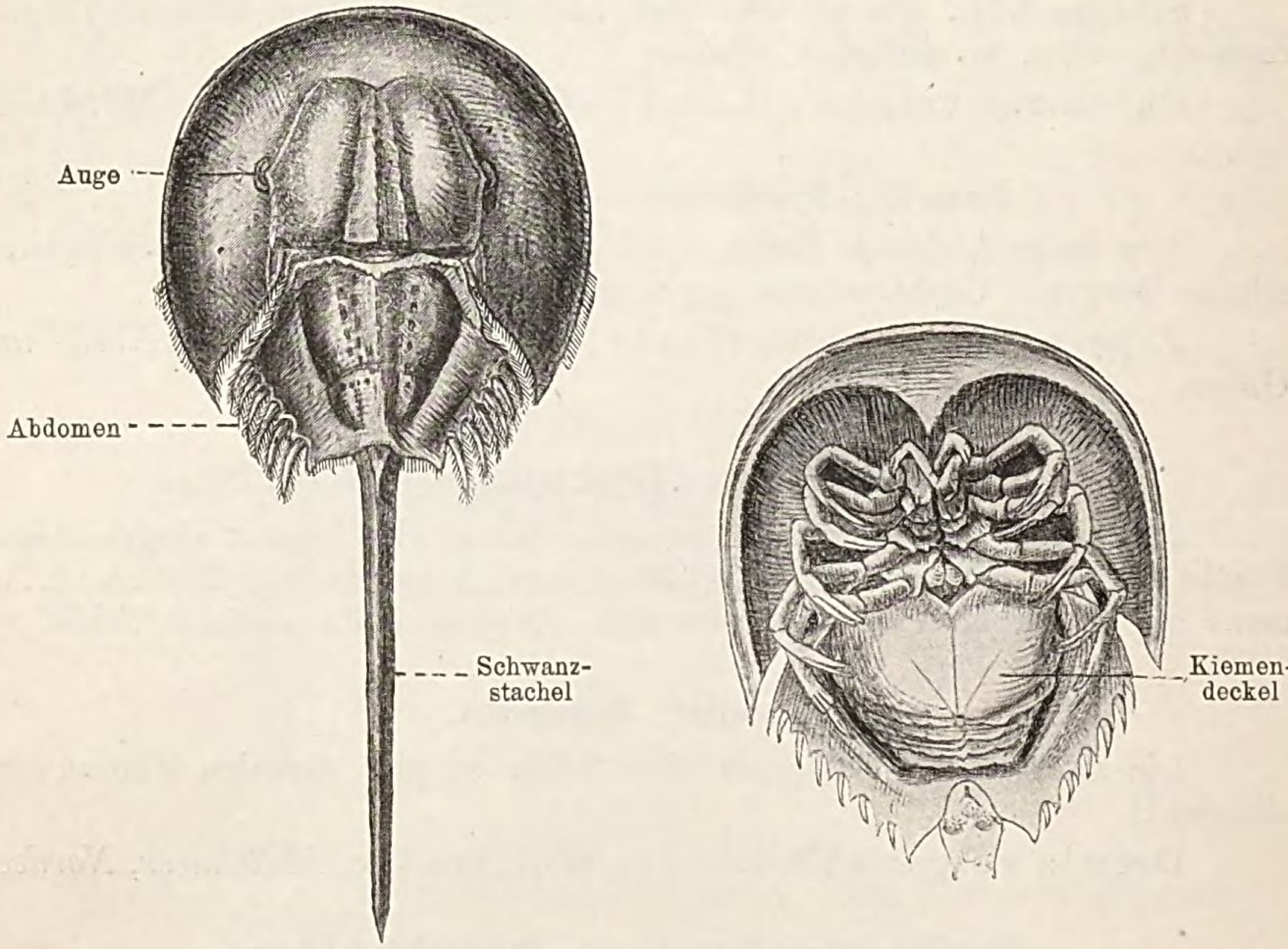
Ocypoda arenaria (Cat.) — Sandkrabbe. *Amerikanische Küsten.*

Pinnoteres veterum (Bosc.) — Muschelwächter. *Mittelmeer.* Führt Symbiose mit der Muschel Pinna, deren Mantelhöhle er bewohnt.

Gecarcinus ruricola (L.) — Landkrabbe. *Westindien.* Landbewohner, nur während der Brunst das Meer suchend.

VIII. Ordnung. Xiphosura — Schwertschwänze.

Der dorsoventral komprimierte Körper zerfällt in zwei gelenkig verbundene Regionen: das grosse gewölbte, hufeisenähnlich konturierte Vorderschild und das flach-breite Abdomen, dessen Segmente verschmelzen. Das Hinterende des Abdomens verlängert sich in einen langen beweglichen Schwanzstachel. Die 12 Beinpaare der Ventralseite, welche nicht den Spaltfusscharakter besitzen, werden von dem lateral ausladenden Vorderschild und Abdomen verdeckt. Antennen und Mundwerkzeuge fehlen. Der Mund ist weit zurückgerückt und von sechs Fusspaaren umstellt. Das erste Fusspaar wurzelt vor dem Munde, die übrigen fünf Paare sind zu Seiten des



A *B*

Fig. 163 u. 164.
Limulus moluccanus. Nach Milne Edwards.
a Dorsalfläche, *b* Ventralfläche.

Mundes eingelenkt und besitzen Kaufortsätze ihrer Basalglieder. Alle enden mit Scheren. Am hinteren Rande des Vorderschildes hängt ein Paar blattförmiger Anhänge — Kiemendeckel, Operculum und verdeckt die fünf abdominalen Fusspaare, welche plattenförmig sind und breite niedrige Kiemenblättchen tragen. Auf dem Vorderschilde stehen seitlich zwei grosse bewegliche Augen und nahe der Mittellinie ein Paar Punktaugen.

Limulus moluccanus (Clus.). *Molukken.* (Fig. 163, 164).

Fossile Arten im lithographischen Schiefer und in der Kreide.

IX. Ordnung. Merostomata.

Fossile Arten, deren Reste hauptsächlich in den Ablagerungen der Silur- und Carbon-Formation gefunden werden. Leib sehr lang. Kurzer Cephalo-

thorax abgeplattet mit zwei grossen Augen und zwei medianen Punktaugen. Abdomen langgestreckt, mit flachem oder stachelartigem Endgliede, aus 12 Segmenten zusammengesetzt, ohne Extremitäten. Am Cephalothorax hängen sieben Paare Beine, die nicht den Spaltfusscharakter besitzen, das erste Paar vor, die übrigen Paare zu Seiten des Mundes.

Gattung Eurypterus. *Obersilur bis Carbon.*

Gattung Pterygotus. *Untersilur bis Devon.*

X. Ordnung. Trilobitae.

Fossile Arten, deren Reste hauptsächlich in silurischen Schichten angehäuft sind. Der ovale abgeplattete Körper ist in drei Abschnitte: Vorderleib, Mittelleib und Hinterleib gegliedert. Über die dorsale Fläche zieht ein medianer Längswulst — Rhachis und scheidet zwei laterale Zonen — Pleurae. Am Vorderleibe sitzen zwei grosse zusammengesetzte Augen. Der Mittelleib besteht aus vielen (2—26) beweglich verbundenen Segmenten, der Hinterleib aus einer schwankenden Zahl (2—28) starrer Segmente. An der Ventralseite hängen sehr viele Paare schwacher vielgliedriger Beine.

Paradoxides bohemicus (Barr.) *Cambrium.*

Phacops. *Silur bis Devon.*

Asaphus. *Silur.*

III. Typus.

Annelides — Gliederwürmer.

Der von einschichtigem Epithel bekleidete Körper baut sich aus einer Reihe zahlreicher in gleicher Ausbildung wiederholter Segmente auf. Jedes derselben stellt eine kurz cylindrische Hohlscheibe dar, deren Lumen als Leibeshöhle — Cölom bezeichnet wird und deren periphere Wand die vier Lagen der Leibeswand bildet: zu innerst das Epithel der Leibeshöhle — Peritonealepithel, eine innere Längs-, eine äussere Ringsmuskelschichte und eine dünne bindegewebige Lage unter der Epidermis (Fig. 167). Die anstossenden transversalen (oral bezw. anal schauenden) Wände der einander folgenden Segmente verschmelzen als dünne Membranen — Dissepimente (Fig. 165, *s*) und trennen die Cölomhöhlen der Segmente. Der Darmkanal zieht vom ersten zum letzten Segmente, durchsetzt alle Dissepimente und erfährt dabei intersegmentale Einschnürung. Oft ist er durch median stehende gegen die dorsale und ventrale Mittellinie gespannte Membranen — Mesenterien noch inniger an die Leibeswand geheftet.

An den Grenzfurchen der Segmente senkt sich das oft eine chitinöse Cuticula abscheidende Körperepithel etwas ein und verleiht den Tieren ge-

ringeltes Ansehen. Ausserdem buchtet es paarige Seitentaschen in jedem Segmente ein, worinnen einzelne Epithelzellen chitinöse Borsten abscheiden.

Der ventralen Innenwand der Segmente unterhalb des Darmes liegt je ein Paar durch Querkommissuren verknüpfter Ganglien (Fig. 166 *g*) auf. Symmetrische Längsnerven — Konnektive, zwischen den segmentalen

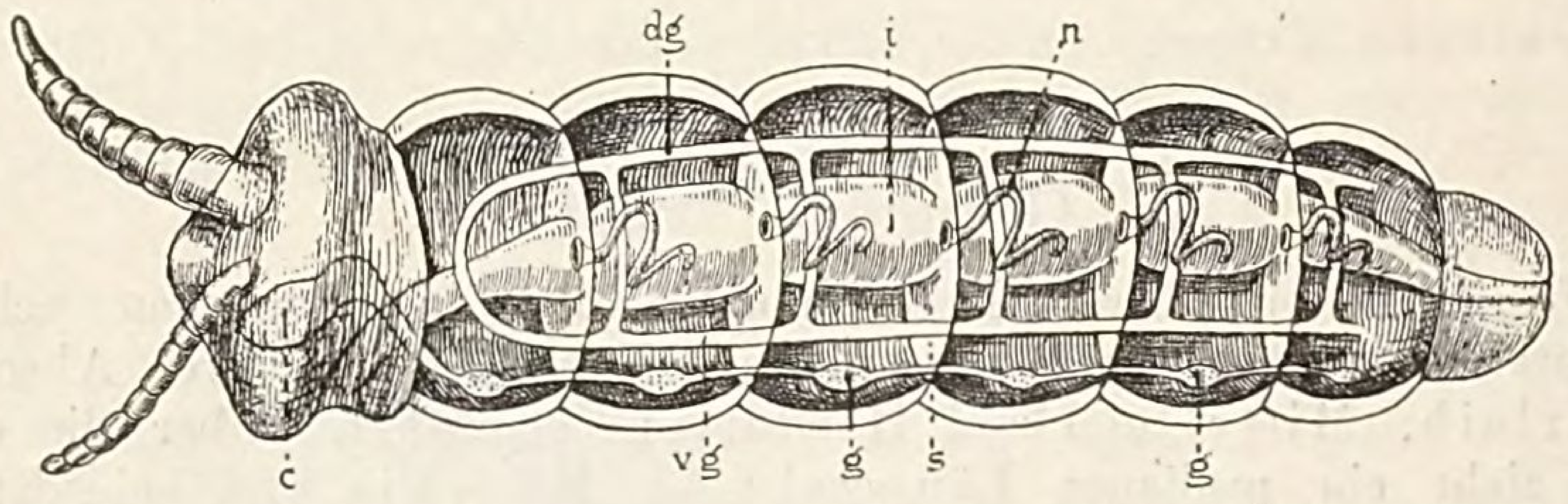


Fig. 165.

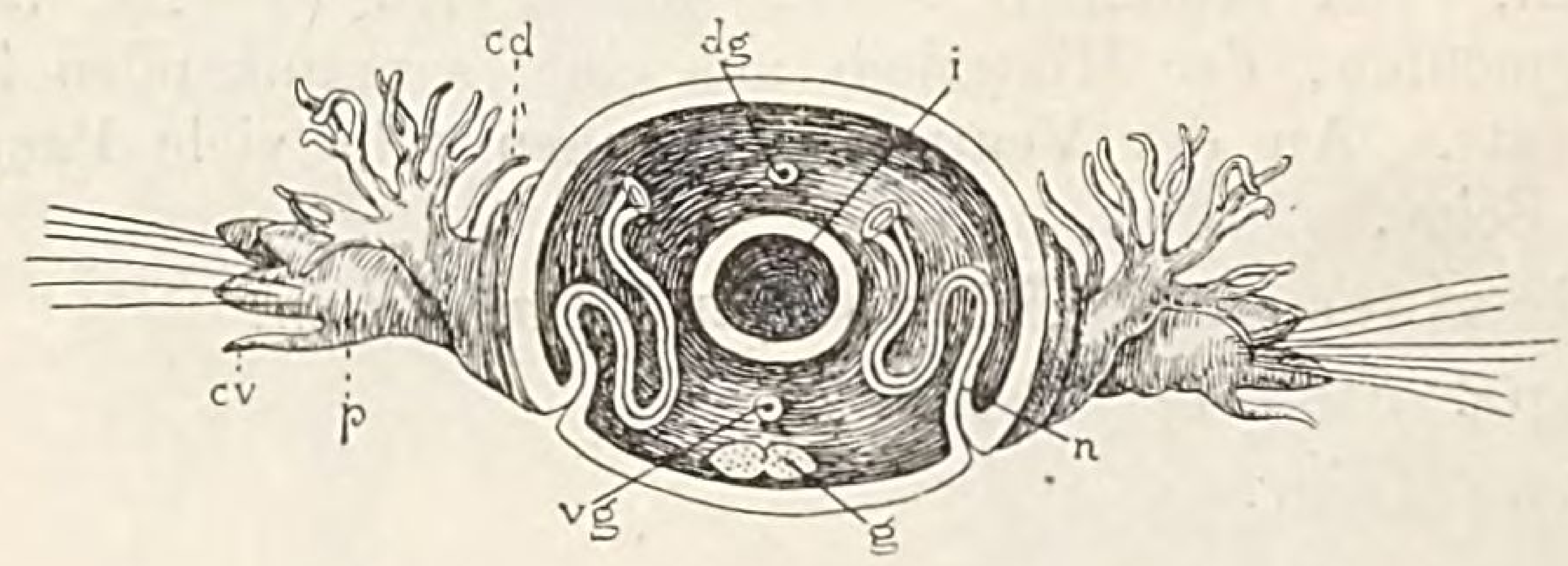


Fig. 166.

Fig. 165 u. 166: Schematischer Längs- und Querschnitt durch einen Annelidenkörper.

c Gehirnganglion, *cd*, *cv* dorsaler, ventraler Cirrus, *dg* dorsaler Gefässstamm, *g* Ganglienknotenpaar, *i* Darm, *n* Nephridien, *p* Parapodium mit dem Borstenbündel und den verzweigten Kiemenbäumchen, *s* Dissepiment, *vg* ventraler Gefässstamm.

Gangliengruppen gespannt vereinen alle und das im vordersten Körperabschnitte — Kopf dorsal vom Darm liegende obere Schlund- oder Gehirnganglienpaar (Fig. 165 *c*) in ein strickleiterförmiges Nervennetz, von dem Nerven in die einzelnen Bezirke ausstrahlen. Die Konnektive des Ganglienpaares des ersten Segmentes (fälschlich als Unterschlundganglien bezeichnet) müssen deshalb dorsal aufsteigend den Vorderdarm umgreifen. So bildet das Gehirn- und erste segmentale Ganglion samt Konnektiven einen Nervenring um den Schlund.

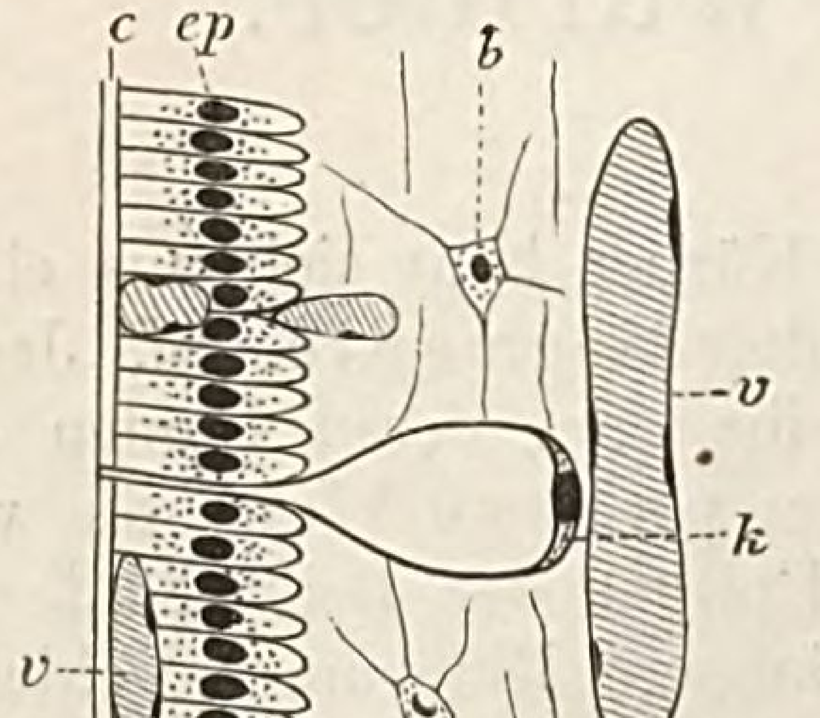


Fig. 167.
Schnitt durch die Haut eines Blutegels. Nach Bergh.

b Bindegewebszellen, *c* Cutikula, *ep* Epidermis, *k* Drüsenzelle, *v* Blutgefässe.

In den Dissepimenten und der lateralen Wand der Segmentblasen entstehen symmetrische Paare von Exkretionskanälen — Nephridien, s. Segmentalorgane (Fig. 168 u. 169). Die innere von Flimmerzellen besetzte Trichteröffnung (*t*) derselben — Segmentaltrichter sieht an der oralen Fläche des Dissepimentes in das vordere Segment, der Nephridialkanal selbst windet sich der analen Fläche des Dissepimentes und mündet an einer kleinen lateralen Hautgrube. Der Kopf verliert frühzeitig seine Nephridien.

Das geschlossene Gefässsystem (Fig. 165 u. 166) zeigt je einen dorsalen und ventralen medianen Hauptstamm: der dorsale leitet den kranial,

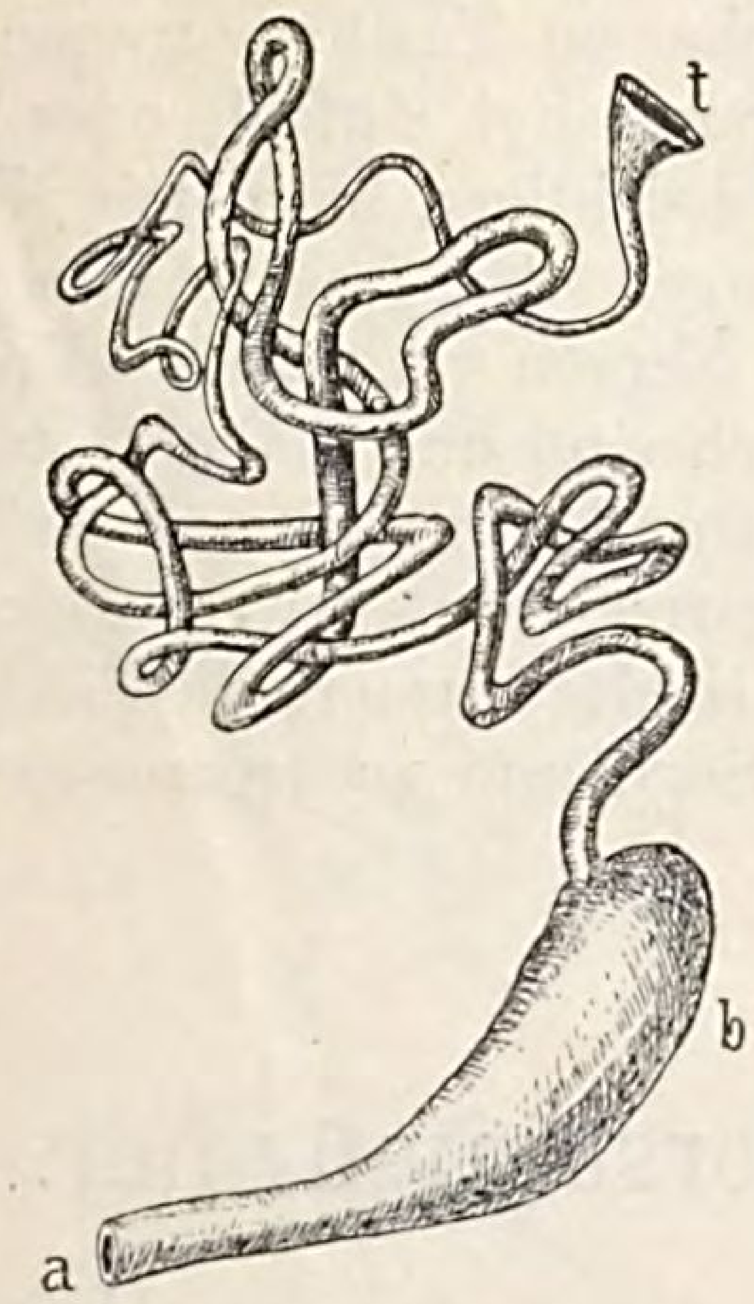


Fig. 168.
Nephridium von Saenuris. Nach Gegenbaur.
a äussere Hautmündung, *b* drüsige Erweiterung, *t* Trichter.

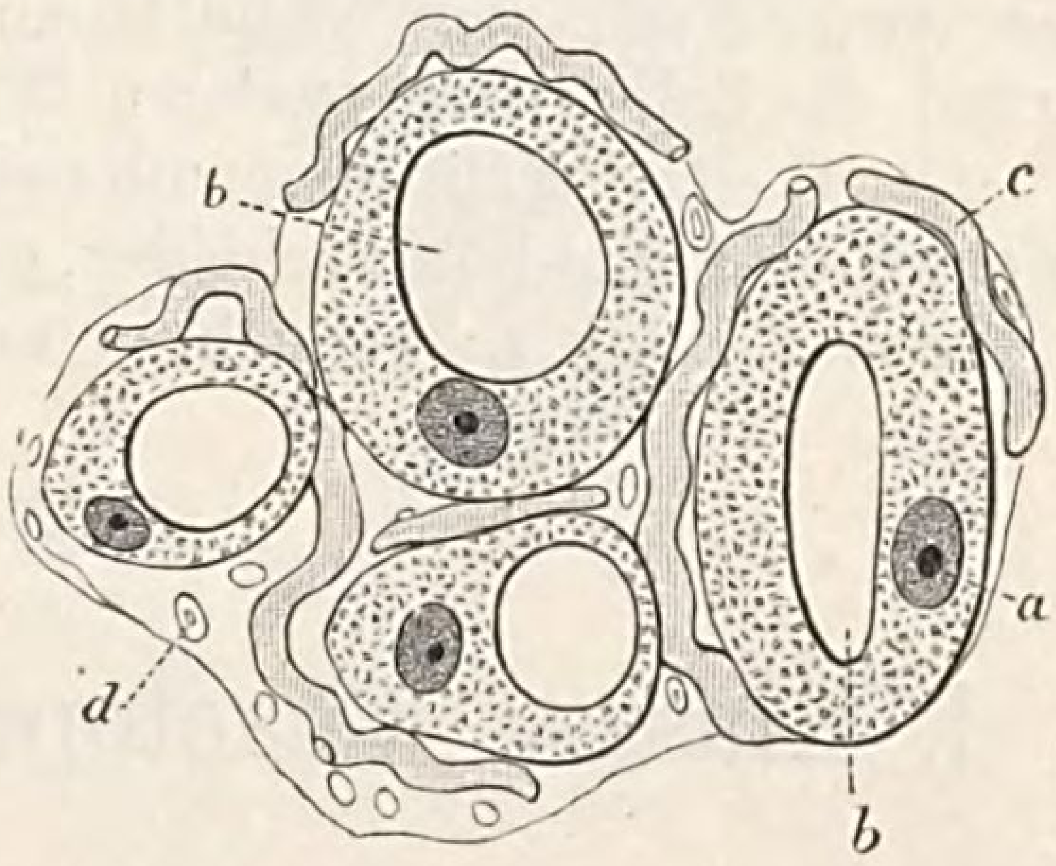


Fig. 169.
Querschnitt des gewundenen Abschnittes eines Nephridium des Regenwurmes.
a Kern der Wandzellen, *b* Lichtung des Kanales, *c* Blutgefässe, *d* Kerne der Dissepimentzellen.

der ventrale den kaudal gerichteten Blutstrom. Beide sind durch segmentale Ringanastomosen verbunden. Die Hauptstämme pulsieren: entweder ihre gesamte Wand oder beschränkte Abschnitte (nur dorsal). Die peritoneale Hülle der Gefässe gewinnt an verschiedenen Stellen drüsige Funktion.

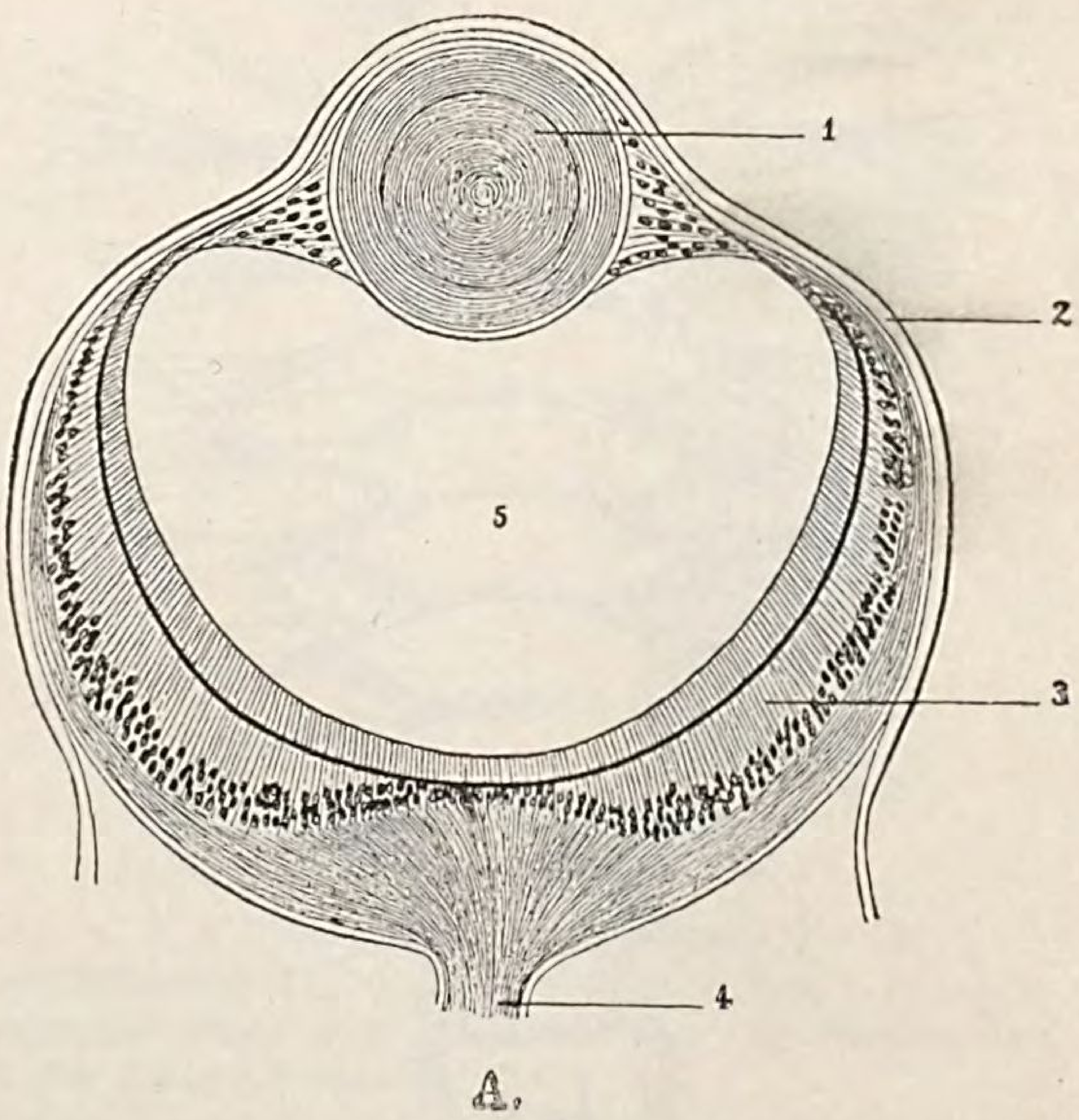


Fig. 170.
Schnitt durch das Auge eines Alciopiden. Nach Greeff.
1 Linse, *2* Epidermis, *3* Schichte der Stäbchenzellen, *4* Nervenfasern, *5* Glaskörper.

Als Keimzellen bilden sich Peritonalepithelzellen an Septen oder Gefässen beliebiger Segmente um. Sie fallen in die Leibeshöhle und werden durch Segmentalorgane ausgeführt. Flüssigkeit mit schwimmenden Zellen füllt die Leibeshöhle.

Abgesehen vom vordersten den Mund enthaltenden Abschnitte — Kopf und dem letzten den Afterdarm bergenden Teile des Körpers sind im einfachsten Falle alle Seg-

mente gleichartig gebaut — homonome Segmentierung, aber meist wird die Eintönigkeit dieses Stilplanes belebt durch ungleichartige Ausbildung und Verschmelzung von Segmenten — heteronome Segmentierung.

Als Tastorgane dienen Epidermiszellen, welche ein Tasthaar tragen und basal mit einem Nerven verbunden sind. Sehorgane sind einfach oder hochorganisiert. Die einfachen Augen sind Haufen durchsichtiger, basal mit Nerven verbundener Epidermiszellen. Die schärferen Augen der freischwimmenden Meereswürmer (Fig. 170) stellen einschichtige, mit Nerven verbundene Epithelblasen dar, deren hintere Wandzellen langcylindrisch sind und Stäbchen tragen, während die Zellen der vorderen Wand flach sind und eine Linse überwölben.

Der Besitz der Dissepimente zwischen den Körpersegmenten, welche einzelne Kammern der Leibeshöhle scheiden, gewährt vielen Gliederwürmern die Fähigkeit, sich durch Teilung zu vermehren und verlorene Segmente zu regenerieren.

I. Klasse. Chaetopoda — Borstenwürmer.

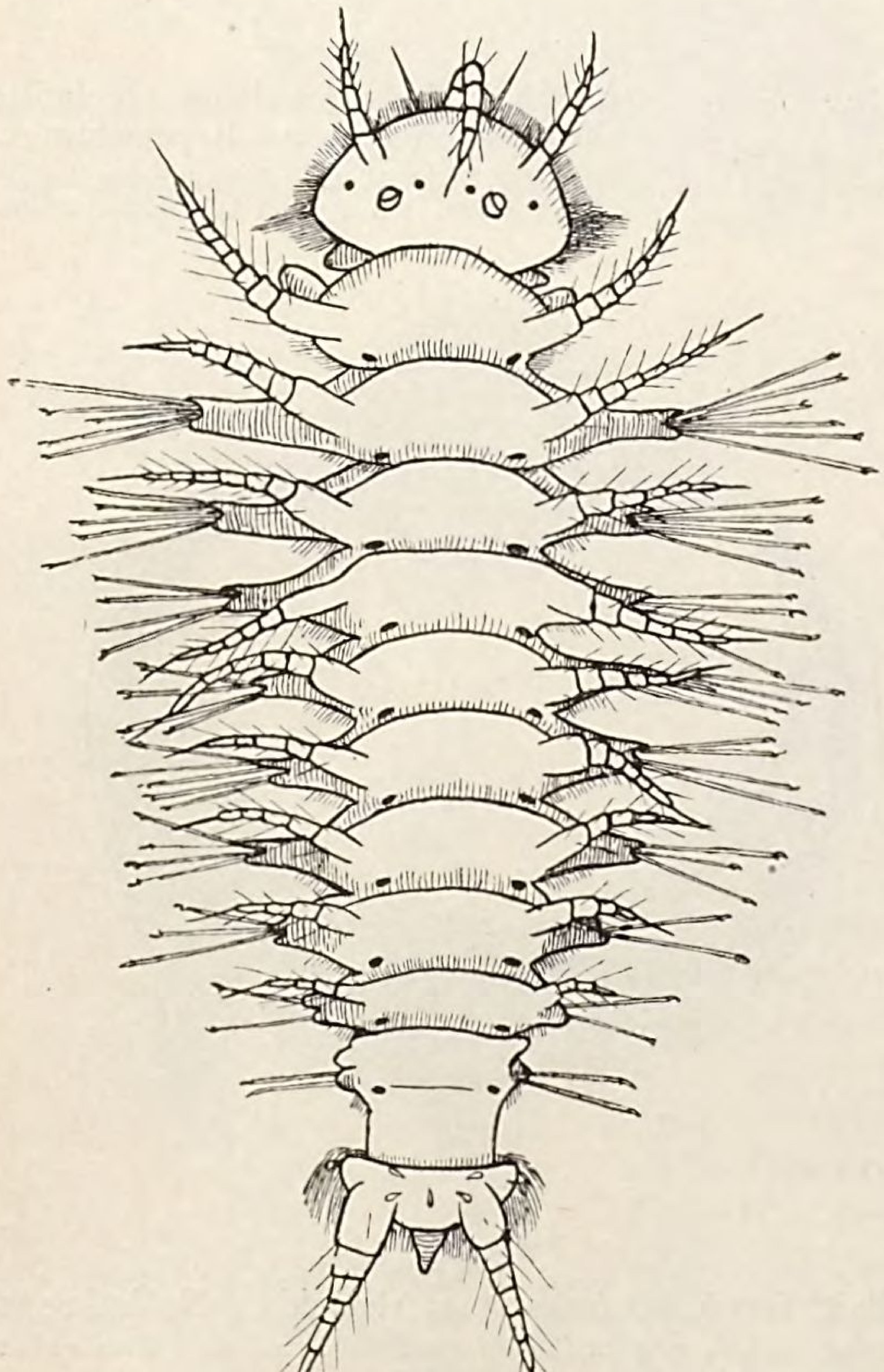


Fig. 171.
Ein junger Chaetopode. Nach Claparède.

In den Hautsäckchen entstehen immer vorragende Borsten. Leibeshöhle gross.

I. Ordnung. Polychaeta.

Die Hautsäcke der Borstenbündel liegen in hohlen Höckern der Körperwand, den paarigen und segmental wiederholten Fussstummeln — Parapodien (Fig. 166 *p*). Diese stehen entweder in dorsalen und ventralen Reihen oder sind in einen zweiästigen Anhang verschmolzen. Jedes besitzt bewegliche sehr verschiedenartig entwickelte Anhänge: dünne Fäden — Cirrus und verästelte Kiemen (die ventralen Cirren fehlen oft). Der Kopf und das erste Segment verschmelzen meist zum sog. Kopf, der mit einem breiten Stirnlappen den ventral verschobenen Mund über-

kragt und bewegliche Anhänge, dünne Fühler und derbere Palpen sowie Fühlercirren trägt. Hinter dem Munde liegt ein stark muskulöser Abschnitt des Darmes — Pharynx, welcher mit Zähnen bewaffnet und oft

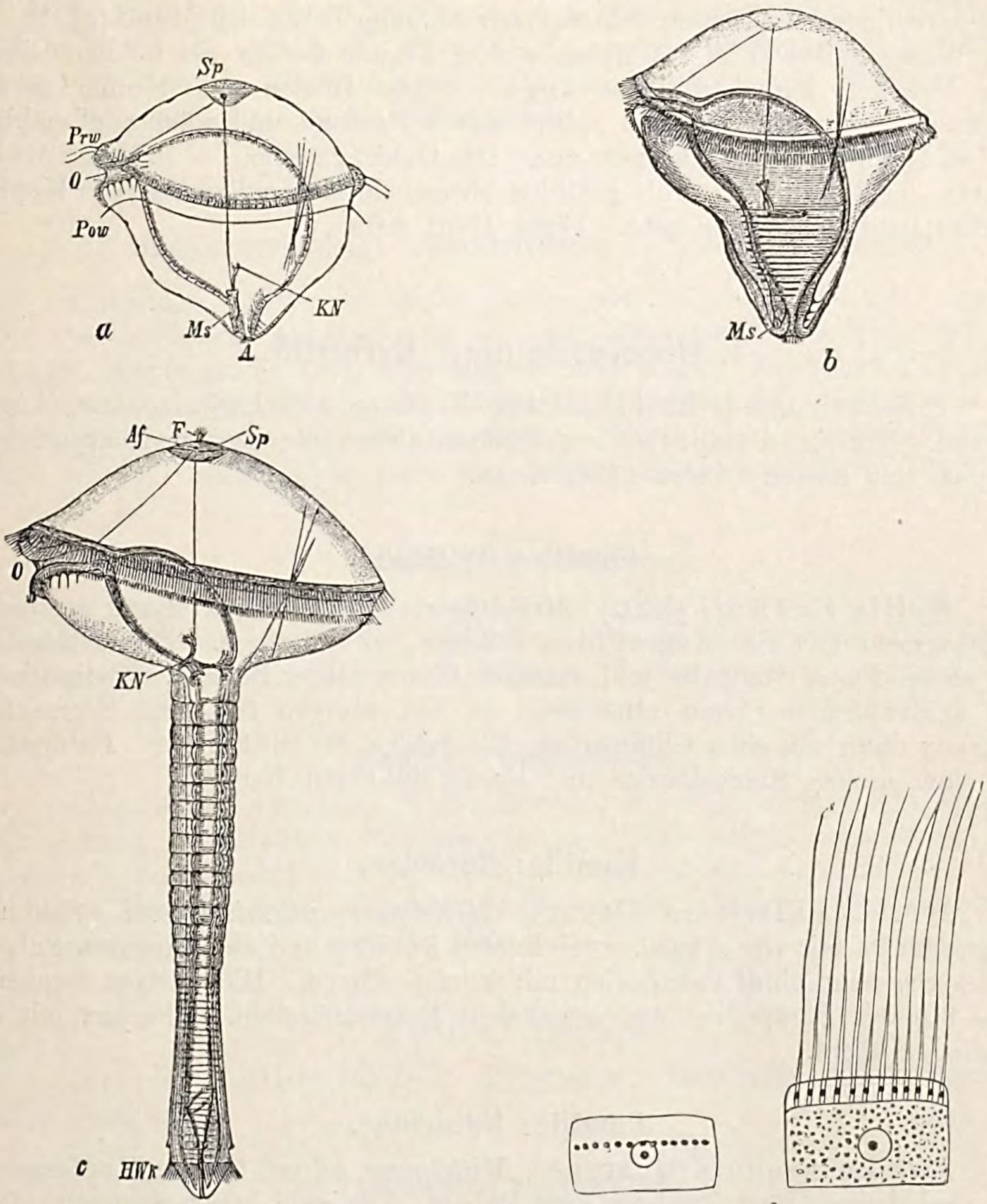


Fig. 172.

Larvenstadien von Polygordius. *a*, *b*, *c* nach Hatschek, *d* nach Bergh.

a junge Larve, *b* Larve, deren Rumpfgliederung eben beginnt, *c* ältere Larve, *d* Wimperzellen aus dem präoralen Flimmerkranze einer Annelidenlarve von der Fläche und von der Seite gesehen.

A After, *Af* Augenfleck, *F* Tentakel, *HWk* hinterer Wimperkranz am After, *KN* Kopfnephridium, *Ms* Muskelplatten, *O* Mund. *Pow* postoraler (hinter dem Munde liegender), *Prw* präoraler (vor dem Munde liegender) Wimperkranz, *Sp* Scheitelplatte.

weit aus dem Munde vorgestreckt wird. Die Keimzellen entstehen als Wucherungen des Peritonalepithels, oft in allen, oft in wenigen Segmenten. Die Regenerationsfähigkeit der Borstenwürmer ist enorm. Viele vermehren sich direkt durch Teilung.

Bei der Entwickelung entsteht aus der Gastrula (I. T., p. 157) zunächst das Kopfstück des Wurmes als freischwimmende Larve (Fig. 172), indem die Region der dem Urmunde gegenüberliegenden Gastrulawand stark aufgetrieben wird, um das Schwebevermögen der kleinen Larven zu sichern. Eine seitlich gegen den Gastruladarm gerichtete Ektodermeinstülpung liefert den Mund (*o*). Reifen von Wimperzellen (Fig. 172 *d*) nahe dem Munde dienen als lokomotorische und Nahrung herbeistrudelnde Organe. Die Region des Urmundes der Gastrula streckt sich in einen cylindrischen Fortsatz und wächst allmählich zu dem Rumpf des Wurmkörpers aus. Das Gehirnganglion — sog. Scheitelplatte der Larve wird früh gebildet, ebenso ein Nephridienpaar des Kopfes, welches bald zu Grunde geht. Circa 1800 Arten.

I. Unterordnung. Errantia.

Freischwimmende Raubanneliden, Kopfsegment scharf abgesetzt, Augen tragend. Kräftige Parapodien mit Kiemen wirken als Ruder. Pharynx vorstülpbar mit Kiefer. Circa 1100 Arten.

Familie: Syllidae.

Syllis Krohnii (Ehl.). *Mittelmeer, atlant. Ocean.* Lang gestreckt. Kopfsegment mit vier Augen, drei Fühlern, zwei Palpen. Erstes Segment mit einem Paare ventraler und dorsaler Cirren ohne Borsten. Cylindrische und keulenförmige Cirren alternieren in den übrigen (80—90) Segmenten. Pharynx dünn mit einer Chitinspitze, Blindsäcke der Speiseröhre. Parapodien mit einer dicken Stachelborste und sieben dünneren Borsten.

Familie: Nereidae.

Nereis cultrifera (Grube). *Mittelmeer, atlant. Ocean.* Schlank. Kopfsegment mit vier Augen, zwei kurzen Fühlern und zwei längeren Palpen. Erstes Segment ohne Parapodien mit kurzen Cirren. Die übrigen Segmente (70—80) mit Parapodien und schwachen Borstenbündeln. Pharynx mit bezahnten Kiefern.

Familie: Eunicidae.

Eunice torquata (Quafref.). *Mittelmeer, atlant. Ocean.* Kopfsegment mit zwei Augen, fünf Fühlern, zwei Palpen. Die zwei ersten Segmente ohne Parapodien, das zweite Segment mit Cirren. Kiemen vom fünften Segmente ab an jedem Rückencirrus (sie fehlen den 30 hintersten Segmenten). Pharynx mit starken Kiefern.

Familie: Alciopidae.

Alciope lepidota (Krohn). *Mittelmeer, atlant. Ocean.* Körper dick, rund, durchsichtig. Kopfsegment klein mit zwei grossen, hoch organisierten Augen und fünf Fühlern. Die ersten Segmente ohne Parapodien, mit Cirren. Parapodien mit einem Borstenbündel und breiten Cirren. Die dorsalen Cirren decken dachziegelartig die Rückenfläche der Segmente. Pharynx kurz ohne Kiefer. Nephridien münden dorsal.

Familie: Aphroditidae.

Aphrodite aculeata (L.) *Europäische Meere.* Oval. Kopfsegment mit zwei Augen, dünnen Fühlern. Erstes Segment mit Borsten und zwei Cirren. Die folgenden Segmente tragen alternierend Rückencirren nebst Kiemen oder nur sehr breite (Elytren genannte) Rückencirren, mit langen farbig schillernden Borstenfransen. Grosser Pharynx mit Kiefern. Darm mit verzweigten segmentalen Seitentaschen.

II. Unterordnung. Sedentaria — Röhrenwürmer.

Anneliden, welche im Sande graben oder Röhren bewohnen. Deshalb sind die seitlichen Anhänge nur an den vordersten Segmenten gut entwickelt. Kopfsegment wenig abgesetzt, oft ohne Augen. Schwache Parapodien, die dorsalen tragen Haar-, die ventralen Hakenborsten. Kiemen an den vordersten Segmenten oder nur am Kopfe. Pharynx meist nicht vorstülpbar, ohne Kiefer. Beschränkte Zahl von Segmentalorganen. Circa 700 Arten.

Familie: Arenicolidae.

Arenicola piscatorum (Lam.). *Nordsee.* Kopfsegment sehr klein. Verästelte Kiemen am 8.—20. Segment, schwache Parapodien. Den hintern Segmenten fehlen Parapodien und Borsten. Leben im Sande vergraben.

Familie: Capitellidae.

Capitella capitata (Van Bened.). *Nordsee.* Kopf nicht abgesetzt mit seitlich vorstülpbaren Wimperorganen. Zwei Augen schwinden. Verkümmerte Parapodien nur in der mittleren Körperregion. Schlund vorstülpbar. Ventrale Nebentasche des Darmes. Gefässe fehlen. Mehrere Segmentalorgane in einem Segmente. Leben in Röhren.

Familie: Ariciidae.

Aricia foetida (Clap.). *Mittelmeer.* Sehr viele (150) Segmente. Kopf ohne Cirren.

Familie: Serpulidae.

Serpula Philippii (Mörch.). *Mittelmeer.* (Fig. 173). Kopfsegment verwachsen. Zwei Körperregionen. Seitlich vom Munde stehen die Kiemen. In kalkiger Röhre, deren Substanz zwei Segmentalorgane der vordern dorsalen Körperseite abscheiden.

II. Ordnung. Oligochaeta.

Der Kopf trägt selten Anhänge. Die Augen sind rudimentär, Parapodien und Kiemen fehlen. Wenig Borsten werden in seitlichen Gruben der Haut gebildet. Muskulöser Pharynx ohne Kiefer. Sehr lange vielfach gewundene Segmentalorgane. Keine Larvenentwickelung.

Alle sind Zwitter: Die Geschlechtsorgane liegen im 9.—14. Segmente. 1 oder 2 Paar Hoden und 1 Paar Ovarien in verschiedenen Segmenten. Die Ausführkanäle hängen nicht mit den Gonaden zusammen. Zur Brunst wuchern tiefe Hautdrüsen bestimmter Segmente und treiben deren Wand auf (Segmente des Gürtels — Clitellum). Ca. 200 Arten.

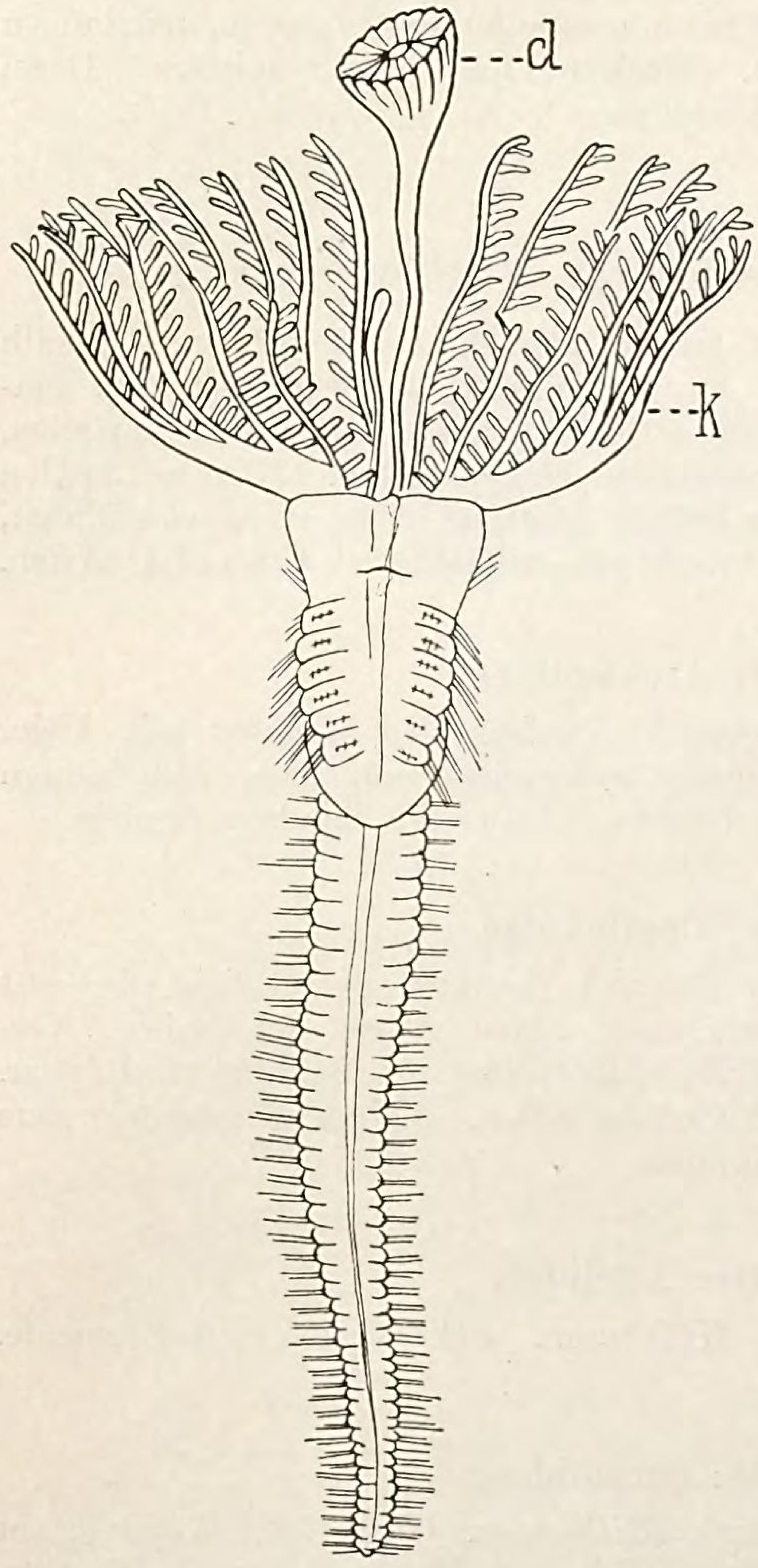


Fig. 173.
Serpula contortuplicata (L.) aus der Kalkröhre gezogen. Nach Cuvier.
d Deckel der Wohnröhre, *k* Kiemen.

I. Unterordnung. Limicolae — Wasserbewohner.

Zwei Paare von Borstenbündeln an jedem Segmente. Darm selten ungleich weit. Ein Hodenpaar. Die Nephridien der Geschlechtssegmente schwinden den geschlechtsreifen Tieren. Rückengefäss kontraktil. Augen. Bewohnen das Süsswasser.

Familie: Tubificidae.

Tubifex rivulorum (D'Ud.). *Mittel- und Nordeuropa.* Bündel von Haken- und Haarborsten. Rücken- und Bauchgefäss durch je 2 segmentale Schlingen verknüpft (ausgenommen die 5 ersten Segmente). Bewohnen selbst gegrabene Röhren im Schlamme.

Familie: Naididae.

Nais proboscidea (Müll.). *Mitteleuropa.* (Fig. 174). Dünne Haut, durchsichtig. Gelbes Blut. Kopflappen lang ausgezogen. Dorsale Bündel von langen Haarborsten, ventrale Bündel von kürzeren Hakenborsten. 2 Augen. Die 5 ersten Segmente ohne Rückenborsten. Samenleiter im 6. Segment. Eileiter fehlen.

Familie: Lumbriculidae.

Lumbriculus variegatus (Grube). *Deutschland.* 150 bis 170 Segmente. Bündel von je 2 Borsten. Neben den Querschlingen der

medianen Gefässstämme noch je ein segmentales Paar blinder, verästelter, kontraktiler Seitenzweige des dorsalen Stammes. Haut braun gefärbt.

Familie: Phreoryctidae.

Phreoryctes menkeanus (HOFFM.). *Deutschland.* Statt der Borstenbündel nur je eine Hakenborste. Rücken- und Bauchgefäss nur in einem vorderen und hinteren Segment verknüpft. Das Bauchgefäss bildet segmentale Seitenzweige, die wieder zu ihm zurücklaufen. 4 Hodenpaare im 9. bis 12. Segmente. Haut rosenrot.

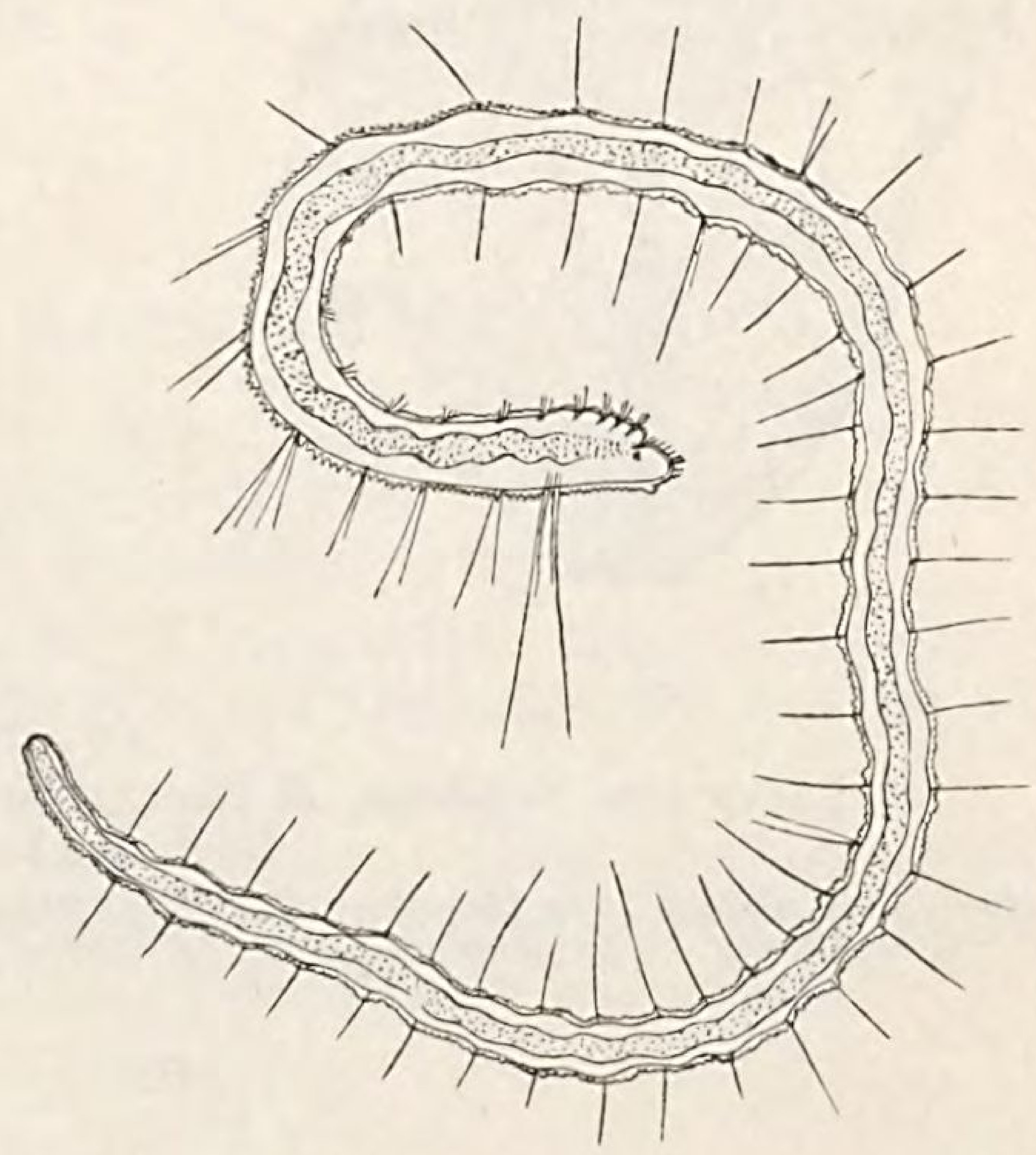


Fig. 174.
Nais lurida. Nach Timm.
Der Darm punktiert.

II. Unterordnung. Terricolae — Erdwürmer.

2 Paare von Borstenbündeln in jedem Segmente. Vorderdarm mit Kropf. Muskelmagen. Eine Falte der Wand (Typhlosolis) springt in die Darmhöhle ein. Der Schlund wird nicht vorgestülpt. In den Geschlechtssegmenten bestehen Nephridien neben Samen- und Eileitern. 2 ventrale Gefässe. Augen fehlen. Landbewohner.

Familie: Lumbricidae.

Bündel von je 2 Hakenborsten. Haut dick. 2 Paare Hoden, frühe zerfallend. Ihre Zellen reifen dann in Taschen der Dissepimente (sog. Samenblasen). Einsackungen der Wand der Geschlechtssegmente (Samentaschen) empfangen bei der Begattung den Samen. Geschlechtssegmente weit vor dem Gürtel.

Lumbricus terrestris (L.). — Regenwurm. *Europa.*

III. Ordnung. Echiuridae.

Die Segmentierung des Körpers schwindet schon während der Larvenzeit, auch die Borsten werden bis auf 2 starke Hakenborsten der Ventralseite rückgebildet. Nur das erste den Kopf vom Rumpfe scheidende Dissepiment bleibt erhalten. Der Kopflappen verlängert sich in einen langen Fortsatz (sog. Rüssel). An seiner Basis liegt der Mund. Den langen mehrfach gewundenen Darm heften zahlreiche Bänder an die Körperwand. Der After ist endständig. Der Bauchstrang ist nicht segmentiert, die Schlundkonnektive reichen tief in den Kopflappen, die oberen Schlundganglien verkümmern später. 1—3 Paare Segmentalorgane münden ventral hinter den

Hakenborsten. Ausserdem laufen 2 Analschläuche, deren zahlreiche Wimpertrichter in die Leibeshöhle geöffnet sind, in den Enddarm. Ein ventrales

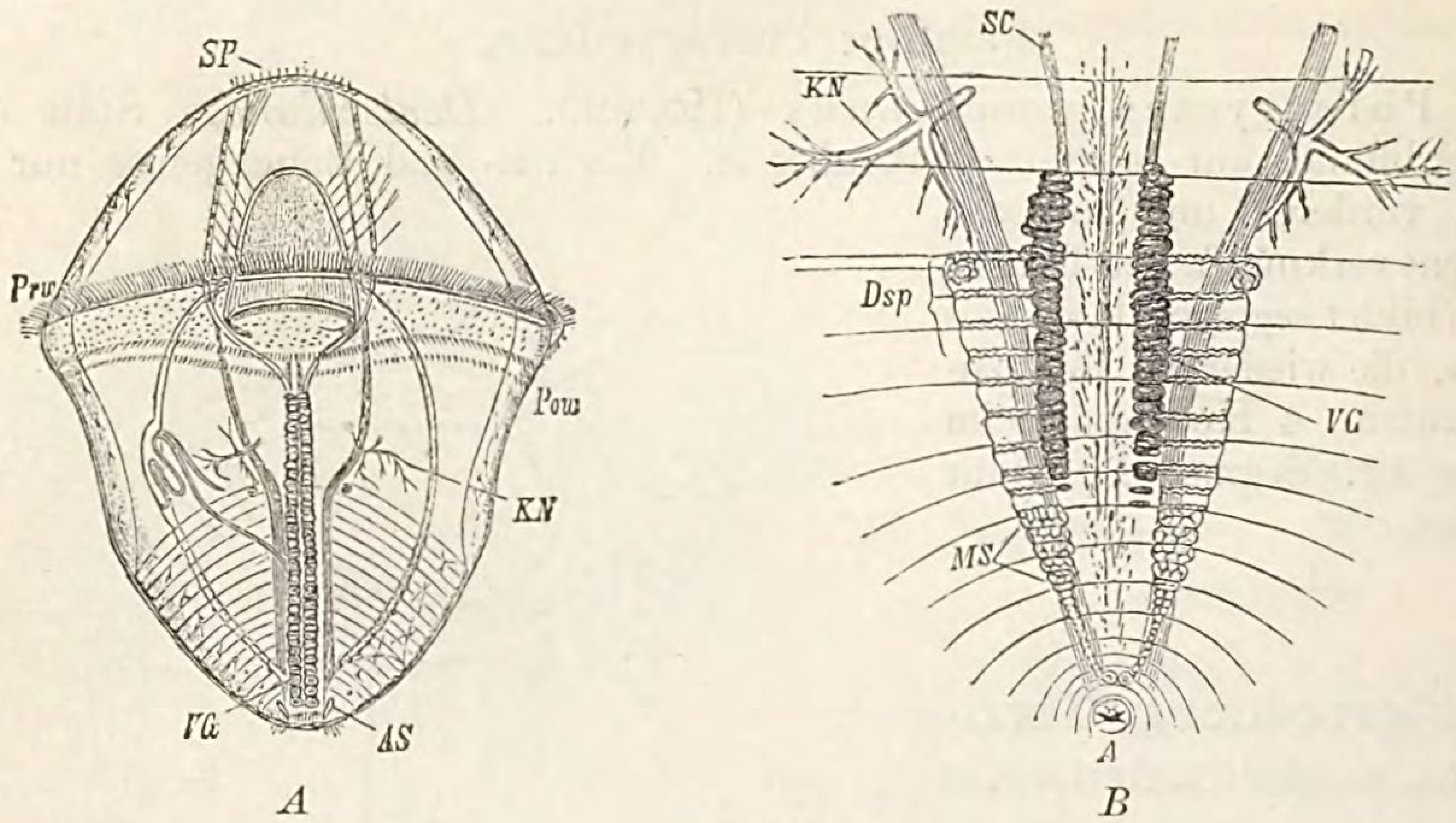


Fig. 175.
A Larve von Echiurus, *B* Bauchregion der jungen Larve vergrössert. Nach Hatschek.
A After, *AS* Analsäcke, *Dsp* Dissepimente, *KN* Kopfniere, *MS* Segmente, *Pow* postoraler, *Prw* präoraler Wimperkranz, *Sc* Schlundkommissur, *Sp* Scheitelplatte, *Vg* Anlage der Bauchganglienkette.

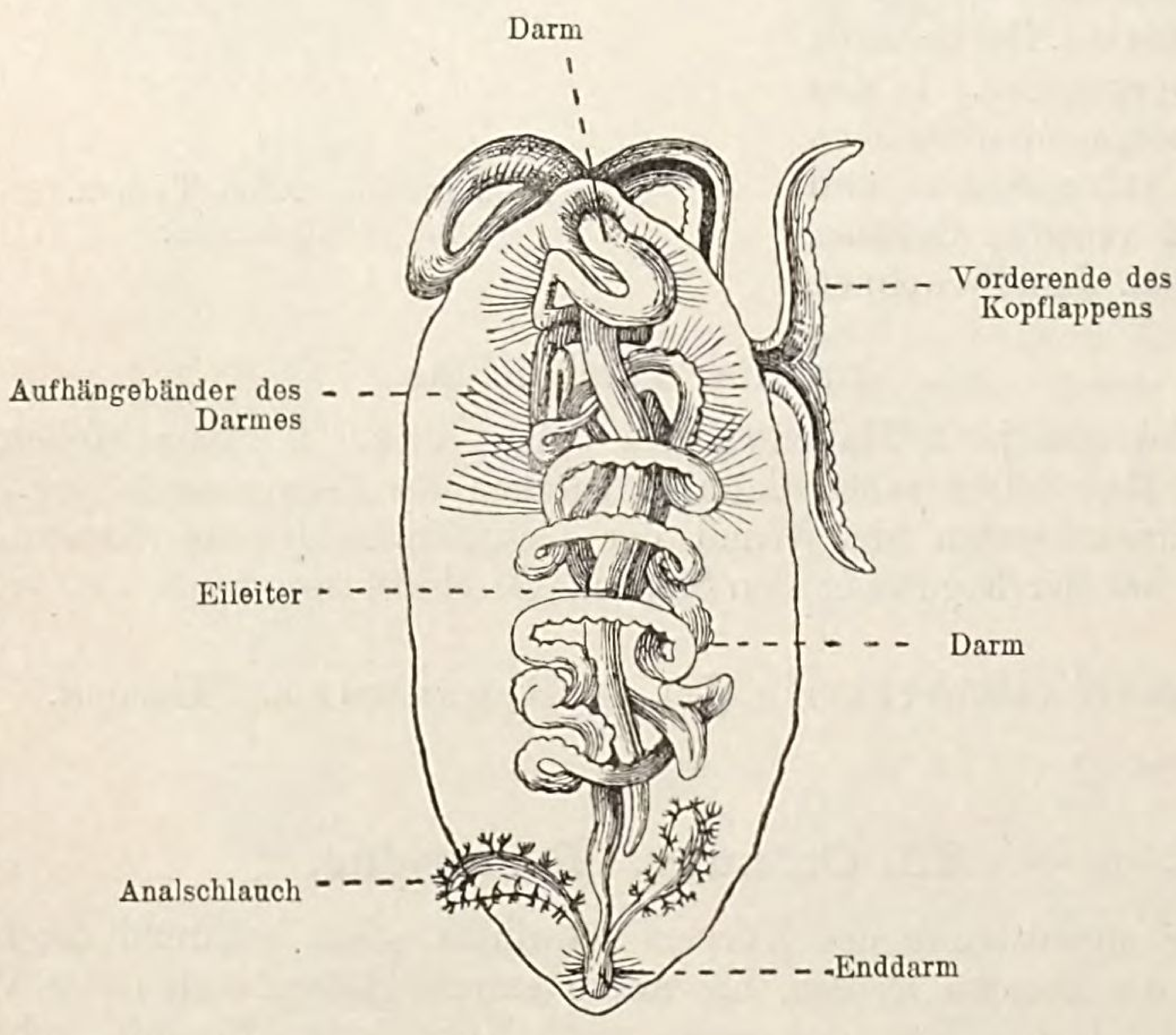


Fig. 176.
Bonellia viridis ♀. Nach Huxley.

und dorsales Gefäss sind durch vordere und hintere Schlingen verbunden. Die Geschlechter sind getrennt. Keimzellen entstehen im Epithel der Leibeshöhle. 8 Arten.

Echiurus Pallasii (Guér.). *Nordsee.* 2 Borstenkränze am Hinterende. 2 Paar Segmentalorgane. Rüssel einfach.

Thalassema Neptuni (Gaertn.). *Englische Küsten.* Rüssel einfach. 2—3 Paar Segmentalorgane.

Bonellia viridis (Rol.). *Mittelmeer.* (Fig. 176). Dimorph. ♀ gross 15 cm. ♂ 1—2 mm. ♀ Kopflappen gegabelt, 10 cm lang. 2 vordere Borsten. 1 Segmentalorgan. ♂ platter Körper, bewimpert, Darm ohne Mund und After. 1 Paar Exkretionsschläuche. Die männlichen Larven wandern in die Speiseröhre des ♀, später kriechen sie in die weibliche Geschlechtsöffnung und leben parasitisch im Eileiter.

IV. Ordnung. Archiannelida.

Homonom segmentierte Würmer, ohne Parapodien und Borsten. Einfacher Bauchnervenstrang, die Ganglienzellen über seine ganze Oberfläche zerstreut, nicht in segmentale Knoten konzentriert. 10 Arten.

Protodrilus. *Am Meerstrande.* Wimperkränze und eine bewimperte Bauchrinne an den Segmenten. Vorderdarm mit Schlunddrüsen und Schlundkopf. Zwitter.

Polygordius lacteus (Schn.). *Nordsee.* Haut nicht wimpernd, einfacher Schlund ohne Drüsen und Schlundkopf. Nervensystem ist eine mediane ungegliederte Epithelverdickung. Geschlechter getrennt.

II. Klasse. Hirudinea — Egel.

Fussstummeln und Borsten fehlen. Auf der Haut erscheinen seichte dicht gedrängte Ringsrinnen und grenzen schmale Querringel ab, welche keine Beziehung zu den inneren Dissepimenten haben. Stets fallen 3—5 Querringel auf ein Segment (Fig. 177). Die innere Gliederung des dorso-ventral abgeplatteten Körpers wird verwischt, indem die Wand der Körpersegmente sich mächtig verdickt und zahlreiche in verschiedenster Richtung ziehende Muskelzüge bildet, welche die Cölomhöhle einengen. Die unansehnlichen segmentalen Cölomhöhlen kommunizieren, sind mit Blut erfüllt und erscheinen später wie Blutgefässe.

Ein Hautsaum des kleinen Kopfes dient oft als muskulöse Haftscheibe. Unter dem endständigen After wächst stets eine ventrale Muskelscheibe — Saugnapf hervor.

Nervensystem und Exkretionsschläuche von segmentalem Typus. Der muskulöse Pharynx bildet Drüsenschläuche, der Mitteldarm paarige segmentale Blindtaschen. Jedes Segment trägt Querreihen von Hautsinnesorganen. Einfache Augen auf den vordersten Hautringeln. Alle Hirudineen sind Zwitter. Zahlreiche Paare von Hodenbläschen einer Reihe von Segmenten besitzen einen gemeinsamen längsziehenden Ausführkanal — Samenleiter, dessen Ende als Begattungsglied vorgestülpt wird. Hingegen kommt nur ein Paar sackförmiger Ovarien mit zwei in eine unpaare Vagina zusammen-

fliessenden Eileitern vor. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt ventral, dicht vor der weiblichen. Innere Befruchtung. Die Eier werden in das erstarrende Sekret (Cocon) der Hautdrüsen abgelegt, welche an den Genitalsegmenten münden. Circa 100 Arten.

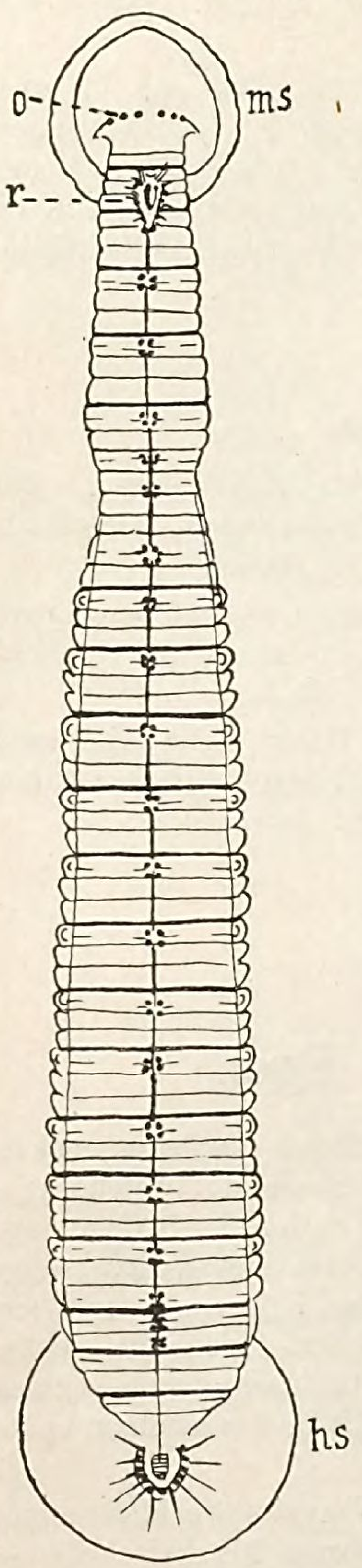


Fig. 177.
Ein junger Blutegel — Brachelion. Nach Apathy.
Die Segmentgrenzen durch dicke Querstriche bezeichnet.
hs hintere Haftscheibe, *ms* Mundscheibe, *o* Augen, *r* Schlundring des medianen Bauchmarkes.

I. Ordnung. Gnathobdellida — Kieferegel.

Das Cölom bildet ein enges Spaltensystem. Einfacher Kopfsaum. Die verdickte Muskelwand des Schlundes springt in drei Chitinkiefer tragenden Leisten vor. Kugelige Ovarien. Eine Eiweissdrüse an der Scheide. Penis fadenförmig. Wenig Eier werden in einen Eiweiss erfüllten Cocon abgelegt. Circa 50 Arten.

Hirudo medicinalis (L.). — Gemeiner Blutegel. *Europa.* Spitze Zähnchen der Chitinkiefer. Enger Darm mit 10—11 Paar Blindsäcken. 9 Hodenpaare. 5 Augenpaare.

Aulastoma gulo (Moq. Tand.). — Unechter Pferdeegel. *Europa.* Wenige stumpfe Kieferzähne. Weiter Darm mit kurzen Blindsäcken. 12 Hodenpaare. 5 Augenpaare.

Nephelis vulgaris (Moq. Tand.). *Mitteleuropa.* Schwache Kiefer. Darm cylindrisch ohne Blindtaschen. 4 Augenpaare.

II. Ordnung. Rhynchobdellida — Rüsselegel.

Weite Cölomspalten. Der Kopfsaum bildet eine vordere Haftscheibe, in deren Tiefe der Mund eingebettet ist. Im Pharynx springt ein muskulöser cylindrischer Wulst vor, der als Rüssel vorgestülpt wird. Kiefer fehlen. Ovarien schlauchförmig. Scheide fehlt meist. Penis doppelt gespalten. Viele grosse dotterreiche Eier werden in einem Cocon abgelegt. Circa 45 Arten.

Piscicola geometra (Blainv.). — Gemeiner Fischegel. *Europa.* Körper cylindrisch geringelt. Haut glatt. 10 Paar Darmblindtaschen. 6 Hodenpaare. Geschlechtsöffnungen am 17. und 20. Ringel. 2 Augenpaare.

Clepsine sexoculata (Bergm.). *Mitteleuropa.* Körper abgeplattet, Ringelung undeutlich. 6 dorsale Längsreihen von Hautwarzen. Vordere Haftscheibe nicht abgesetzt. 6 Paar Darmtaschen. 3 Augenpaare. Geschlechtsöffnung: ♀ zwischen 25.—26, ♂ zwischen 27.—28. Ringel.

III. Ordnung. Branchiobdellida.

Branchiobdella varians (Voigt). *An den Kiemen des Flusskrebses.* Cylindrischer Körper von wenigen ungleich geringelten Segmenten. Das Vorderende bildet keine Haftscheibe. 2 über einander liegende Kiefer im Schlunde. Darm ohne Blindsäcke. 1 Hodenpaar. 2 Paar Segmentalorgane. Ohne Augen.

IV. Typus.

Mollusca — Weichtiere.

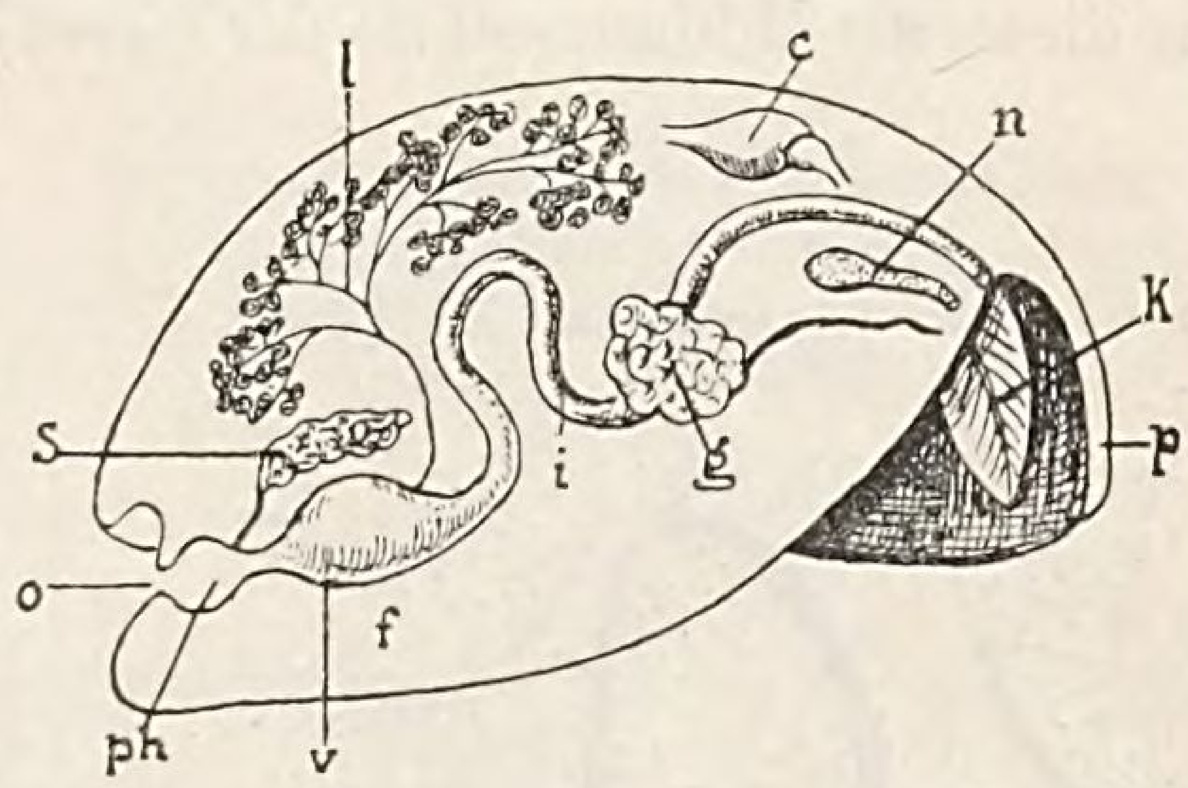


Fig. 178.
Schematische Darstellung eines Molluskenkörpers. Von der linken Seite gesehen.
c Herz, *f* Fussregion, *g* Gonade, *i* Darm, *k* Kieme, *l* Leber, *n* Niere, *o* Mund, *p* Mantelfalte, *ph* Mundhöhle, *s* Speicheldrüse, *v* Magen.

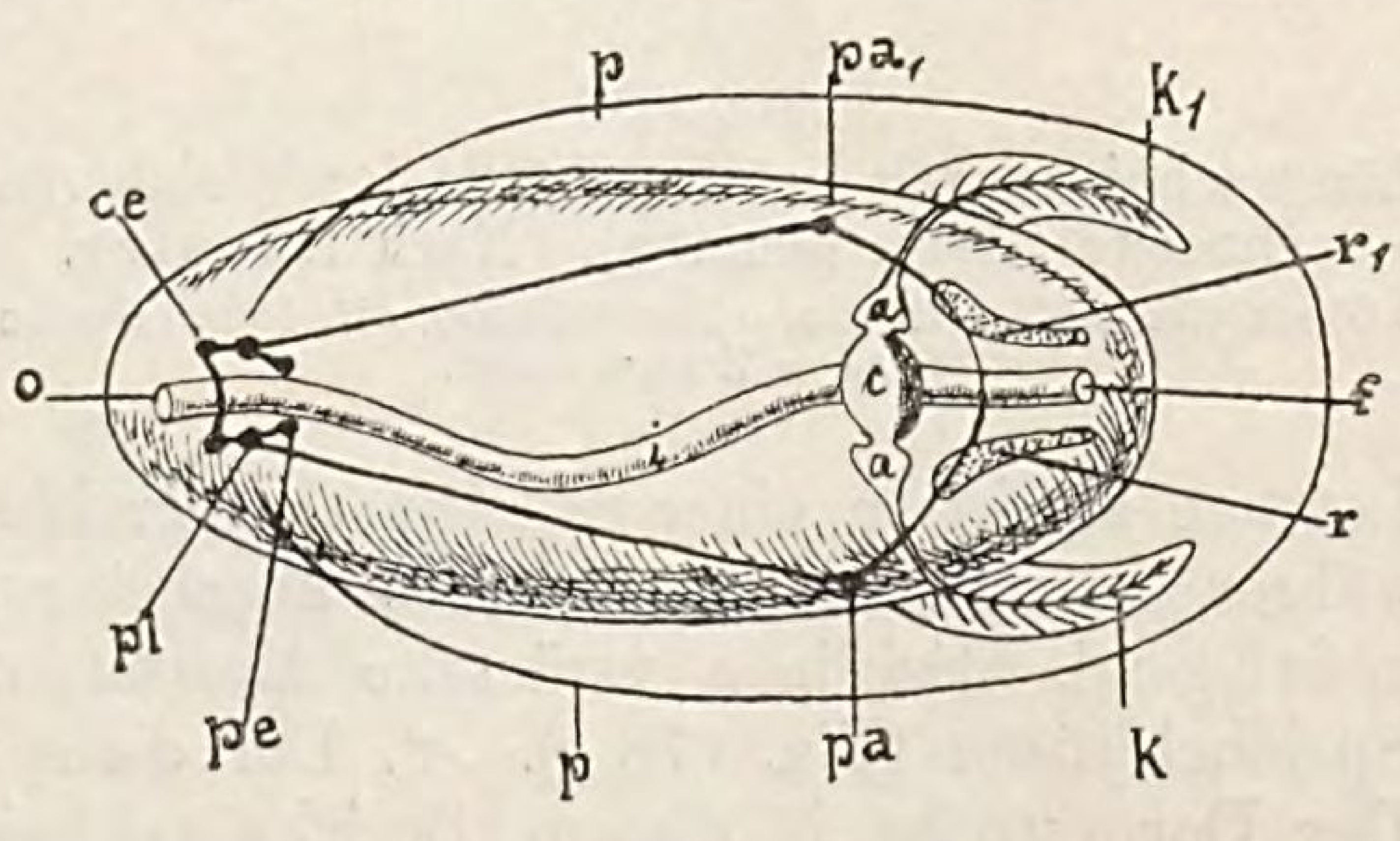


Fig. 179.
Schematische Darstellung eines Molluskenkörpers. Von der dorsalen Seite gesehen.
a Vorhof, *c* Kammer des Herzens, *ce* Cerebralganglion, *f* After, *k* linke, k_1 rechte Kieme, *o* Mund, *p* Mantelfalte, *pa* linkes, pa_1 rechtes Parietalganglion, *pe* Pedalganglion, *pl* Pleuralganglion, *r* linke, r_1 rechte Niere.

Der bilateral symmetrische weiche Körper (Fig. 178, 179) der hauptsächlich das Wasser bewohnenden Tiere unterliegt keiner Gliederung und ermangelt gegliederter Anhänge. Mund und After stehen weit entfernt am vordern bezw. hinteren Ende des Körpers, der Mund (*o*) in etwas tieferem ventralen Niveau als der dorsal emporgeschobene After (Fig. 179 *f*). An der ventralen Fläche des Leibes sind Muskelmassen — Fuss (Fig. 178 *f*) angehäuft. Daran ist ein vorderer Teil — Propodium, breite Randlappen — Parapodium, ein hinterer Abschnitt — Metapodium und eine Leiste oberhalb der Kriechsohle — Epipodium zu unterscheiden.

Die Epidermis deckt als einschichtiges Epithellager untermischt mit vielen Schleimdrüsenzellen den Leib. Eine dorsale hufeisenförmige Falte — Mantel (*p*) der Körperwand überwächst als schützende Hülle das Hinterende des Körpers. Ihre Epidermiszellen scheiden eine dorsale unpaare (nur bei den Muscheln später paarig

werdende) und verkalkende Chitindecke — Schale ab, welche durch Randwachstum grösser, durch fortgesetzte Sekretion auf der ganzen Mantelfläche dicker wird. (Die Gestalt der Schale darf nicht schlechthin als systematisches Merkmal grosser Gruppen betrachtet werden, wie es früher geschah. Denn sehr ähnliche Schalen können ganz verschiedenen Geschlechtern angehören, ebenso wie total abweichend gestaltete Schalen nahe verwandten Arten zukommen.)

In die von der lateralen Leibeswand und dem Mantel umschlossene, mit Wasser erfüllte Mantelhöhle springen paarige, symmetrisch zweizeilig gefiederte Hautplatten — Kiemen (*k*) der Körperwand vor, um als Atemwerkzeuge zu dienen. Sie sind mit Flimmerepithel überkleidet, das den respiratorischen Wasserstrom in Atem hält. An oder nahe ihrer Basis liegt ein nie fehlendes Sinnesorgan — Osphradium.

Die Leibeshöhle durchzieht die ganze Körpermasse, bildet jedoch selten grössere Räume, sondern ein unregelmässiges System von schmalen Spalten — Spaltleibeshöhle, Schizocölom. Nur in der dorsalen Körperzone ist sie zu einem grösseren Raume — Herzbeutel- oder Perikardialhöhle erweitert, welcher das Herz umschliesst. Ein anderer weiter Abschnitt des Cöloms dient als Bildungsstätte der Geschlechtszellen — Gonadenraum (*g*), die ebenso wie bei Würmern und Wirbeltieren aus Wandzellen der Leibeshöhle entstehen.

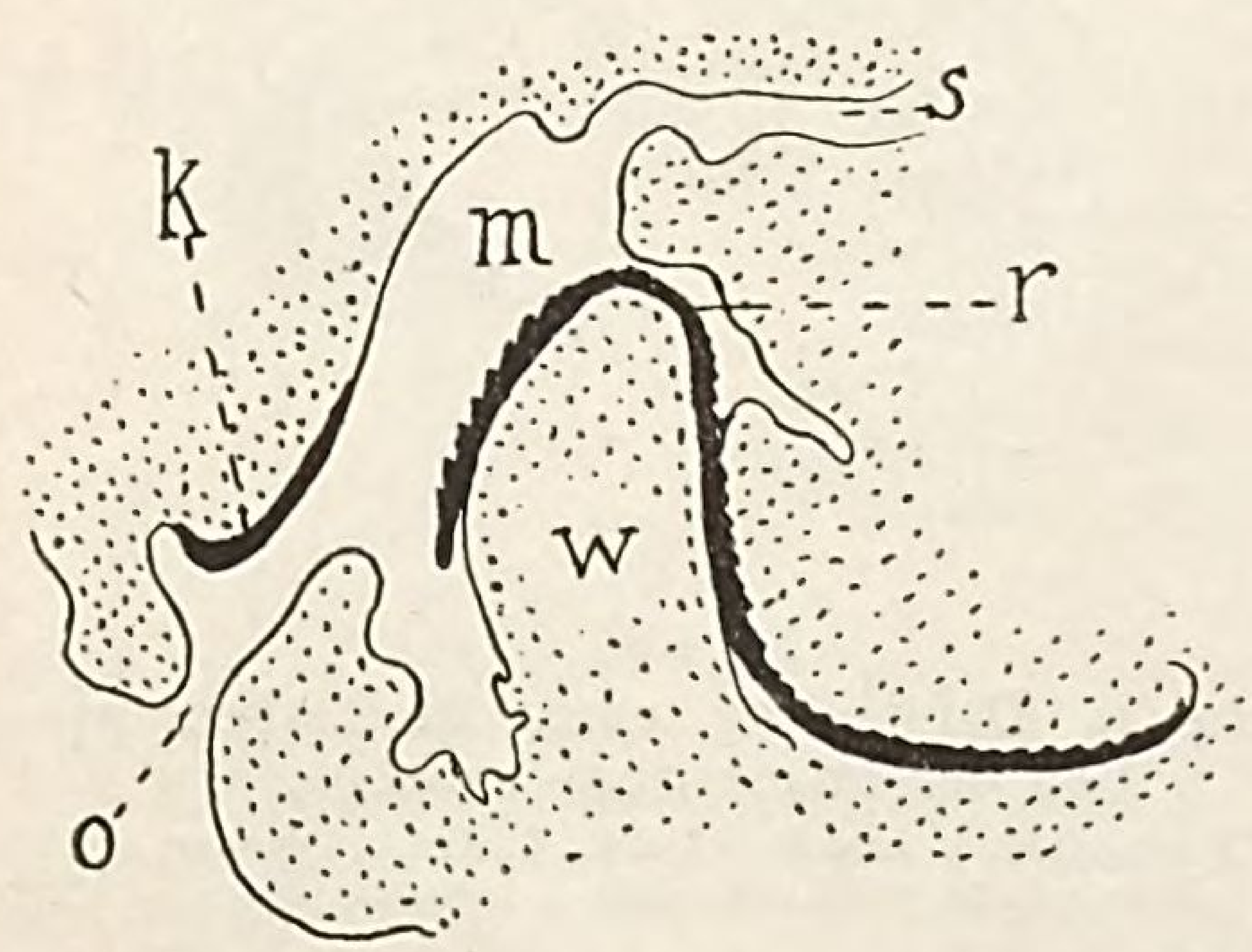


Fig. 180.
Längsschnitt durch die Mundhöhle der Weinbergsschnecke (Helix pomatia). Nach Rössler.
k Oberkiefer, *m* Mundhöhle, *o* Mundöffnung, *r* Radula, *s* Speiseröhre, *w* Zungenwulst.

Der zartwandige Darm zieht in mehrfachen Schlingen durch den Körper. Nur zwei Abschnitte des cylindrischen Epithelschlauches sind erweitert und besonders differenziert: 1. Hinter dem Munde die Mundhöhle (Fig. 180), an deren dorsalem Eingangsrande ein chitinöser Bogenreif — Oberkiefer steht, deren ventraler, wulstförmig einspringender Boden eine chitinöse mit hakigen Fortsätzen — sogen. Zähnen bewehrte Reibeplatte — Radula trägt. Letztere steckt in einer Seitentasche der Mundhöhle, deren Epithelzellen fortwährend neue Cuticularschichten abscheiden, die Abnutzung der Radulaspitze aufwiegend. Seitliche verästelte Ausstülpungen der Mundhöhle bilden die Speicheldrüsen (Fig. 178 *s*). 2. Der dicht anstossende weite Magensack (*v*). Der Darm treibt in diesem Bezirke zahlreiche tubulöse Schläuche, in ihrer Gesamtheit als Leber (Fig. 178 *l*) bezeichnet, deren verdauendes Sekret in den Magen fliesst.

Das farblose Blut erfüllt die Spalten der Leibeshöhle und wird durch die Kontraktionen des Herzens in Umlauf gebracht. Der muskulöse Herzsack liegt in der Perikardialhöhle der dorsalen Körperzone nahe dem After. Er besteht (Fig. 179) aus einem medianen Abschnitte — Kammer, Ventrikel (*c*) und zwei lateralen Säcken — rechter, linker Vorhof, Atrium (*a*). Die Vorhöfe saugen das Blut aus den benachbarten Kiemen,

die Kammer pumpt es in den Körper. Besondere Gefässwandungen erscheinen nur an beschränkten Stellen des Körpers, z. B. dicht am Herzen eine vordere und hintere Aorta; in dem weitaus grössten Bezirke durchströmt das Blut die Cölomspalten. Deshalb vermögen die Mollusken durch Stauung

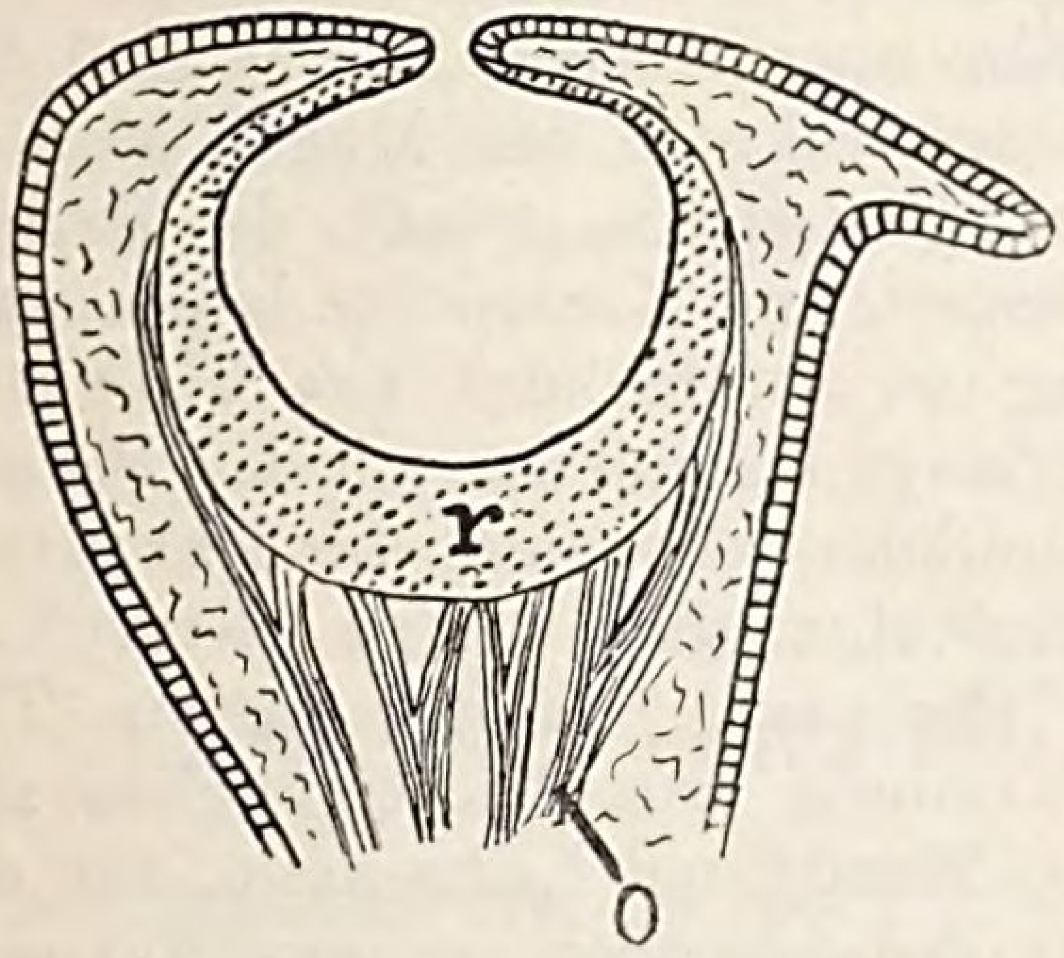


Fig. 181.
Schnitt durch das Grubenauge von Nautilus. Nach Grenacher.
o Nervenfasern, *r* Netzhaut.

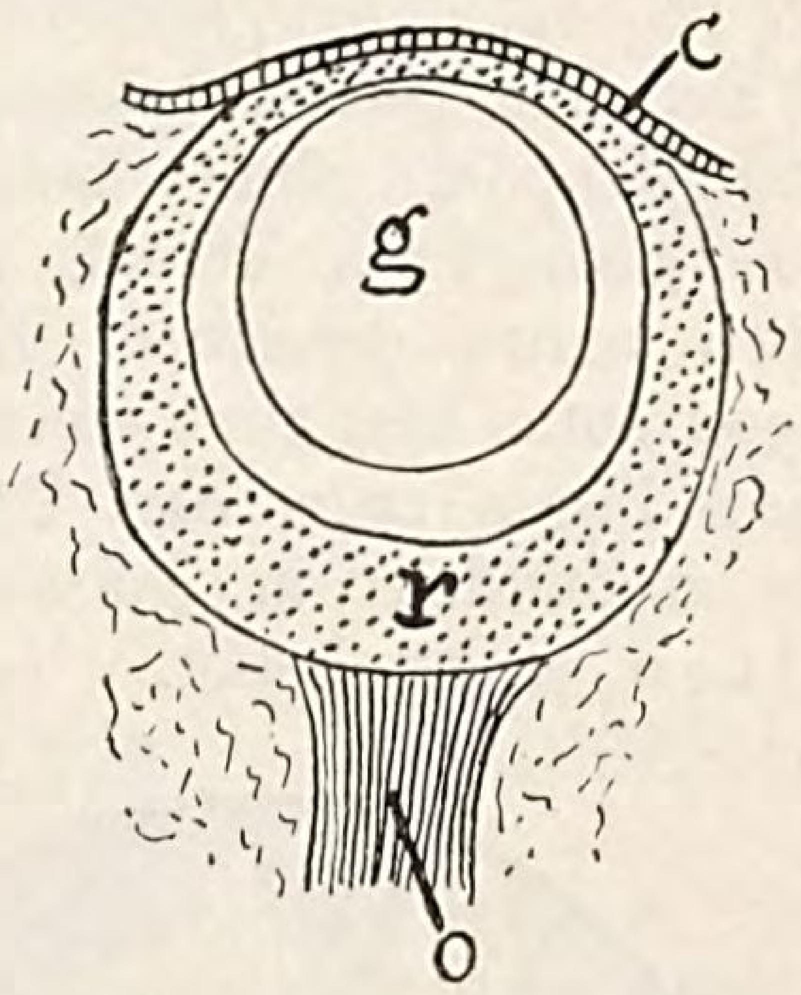


Fig. 182.
Schnitt durch das Bläschenauge einer Lungenschnecke. Nach Grenacher.
c äussere Hornhaut, *g* Glaskörper, *o* Nervenzüge, *r* Netzhaut.

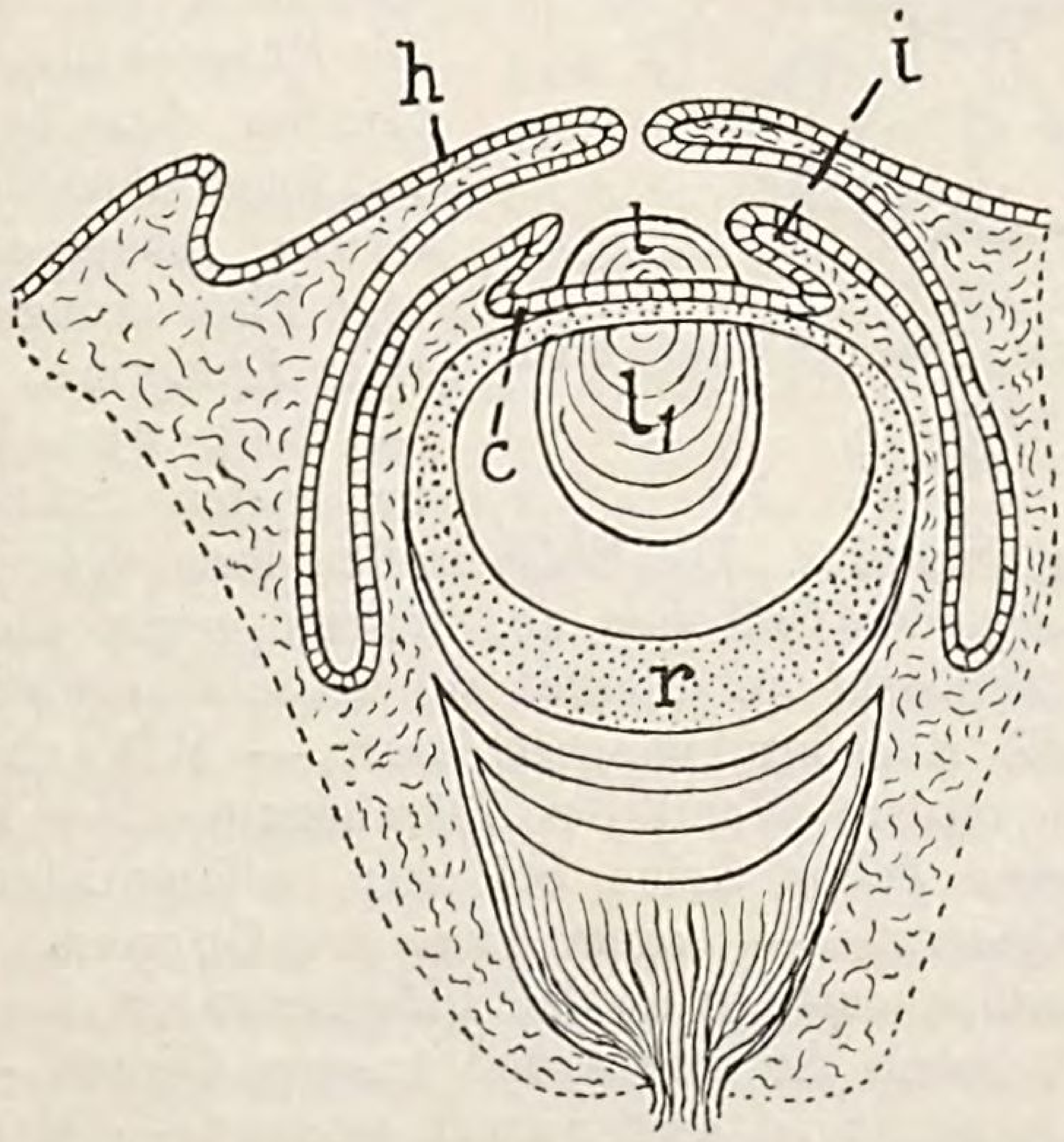


Fig. 183.
Schnitt durch das Auge eines dibranchiaten Cephalopoden. Nach Grenacher, geändert.
c Corpus ciliare externum, *h* Augenlidfalte, *i* Irisfalte, *l* vordere, l_1 hintere Linsenhälfte, *r* Netzhaut.

des Blutes einzelne Abschnitte ihres weichen Körpers in den Zustand der Schwellung zu versetzen.

Mit dem Herzbeutel kommunizieren Drüsen: die Perikardialdrüse, eine Ausstülpung seiner oralen Wand und die Nierensäcke. Die letzteren

(Fig. 178 *n*) liegen immer ventral von Perikardialhöhle und Enddarm als zwei symmetrische, sowohl nach aussen als durch je einen Wimpertrichter in den Herzbeutel mündende Säcke. Ihre äussere Mündung ist dem After benachbart.

Das Nervensystem (Fig. 179) baut sich aus isolierten paarigen Ganglienhaufen auf, indem Kommissuren, d. h. senkrecht die Medianebene überquerende Faserzüge die gleichwertigen Ganglienpaare und Konnektive, d. h. sagittal ziehende Nervenstränge die Ganglien einer Körperhälfte verknüpfen. Drei Ganglienpaare findet man stets in der Gegend der Mundhöhle: die Cerebralganglien dorsal, die Pleuralganglien lateral, die Pedalganglien ventral derselben. Ihre Kommissuren und Konnektive bilden samt den eingestreuten Ganglien einen Nervenring um den Schlund. Die Visceralganglien liegen unter dem Darme durch lange Konnektive mit den Pleuralganglien verbunden; in jedes Pleurovisceralkonnektiv sind die Parietalganglien eingeschaltet. Von den Cerebralganglien laufen Nerven zur Schnauze, zu den Augen, Tentakeln, vom Pleuralganglion zum Mantel und Leibeswand, von den Pedalganglien zu den Fussmuskeln, von den Parietalganglien zu den Kiemen, von den Visceralganglien zu den Eingeweiden. Der Sinneswahrnehmung sind einfache Sinnesepithelzellen der Epidermis dienstbar. Sie liegen zerstreut in der Körperwand, oder gehäuft in Gruben derselben oder auf Erhöhungen derselben — Osphradium. Augen entstehen als grubige Einsenkungen der einschichtigen Epidermis. Sie bleiben offen — Augengruben (Fig. 181) bei vielen Schnecken und der Cephalopodengattung Nautilus. Die Epithelzellen ihrer Wand — sog. Netzhaut, Retina (*r*) scheiden Stäbchen ab, welche gegen die Grube gestellt sind, während die Zellbasis mit Nerven (*o*) verbunden wird. Bei anderen Schnecken werden die Augengruben geschlossen — Bläschenaugen (Fig. 182), dann ist die vordere Wand des Bläschenauges — innere Hornhaut, Cornea, deren Zellen keine Stäbchen differenzieren, bedeckt von der einschichtigen Epidermis — sogen. äussere Cornea. Bei den Tintenfischen (Fig. 183) endlich entsteht an den Bläschenaugen eine schärfere Bilder entwerfende Linse, indem die innere und äussere Cornea — hier Corpus epitheliale internum und externum genannt — je eine halbkugelig gekrümmte Cuticularschichte — Linsenhälfte (l, l_1) abscheiden. Eine ringförmige Hautzone um das Auge erhebt sich als eine ringwallartige Falte — Iris, die manchmal verwächst — sekundäre Cornea.

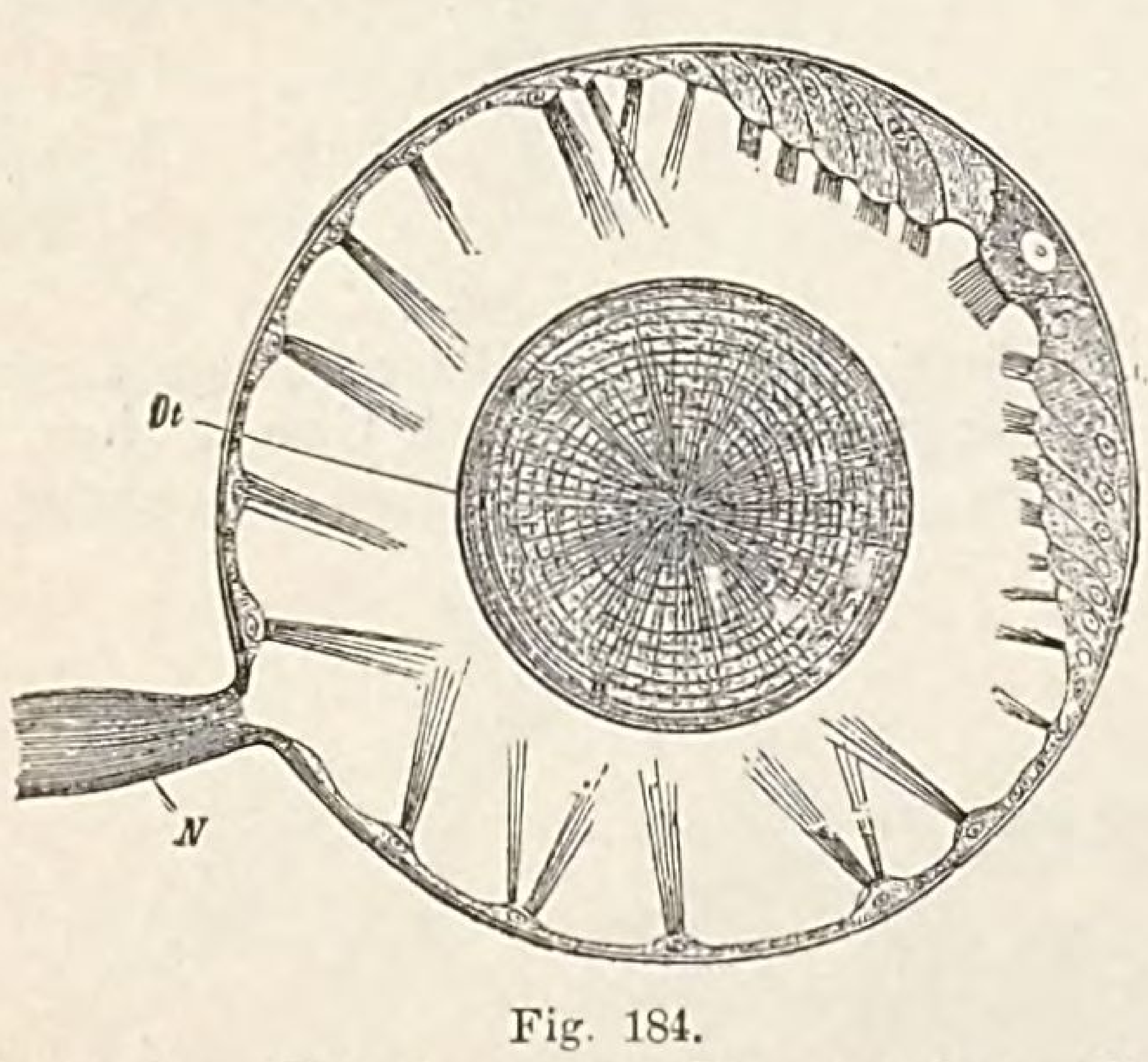


Fig. 184.
Statisches Bläschen von Pterotrachea. Nach Boas.
N Nerv, *Ot* Statolith.

Ferner sind statische Organe weit verbreitet und besonders bei den schwimmenden Arten fein ausgebildet (Fig. 184). Sie entstehen als paarige Gruben der Epidermis, deren Wandzellen ein Flimmerepithel bilden; später schnüren sie sich von der Epidermis ab und sinken in die Tiefe des Fusses nahe den Pedalganglien. Ihre mit Flüssigkeit erfüllte Höhle birgt wenige oder viele Statolithen.

Die Geschlechtszellen entstehen in erweiterten Spalten aus dem Epithel der Leibeshöhle. Die Ausführkanäle sind meist sehr kompliziert. Die meisten Mollusken sind getrennt geschlechtlich, nur etliche Gruppen sind Zwitter. Aber bei ihnen ist der hermaphrodite Charakter in merkwürdiger Weise ausgesprochen (Fig. 197), indem in einem Raume — sog. Zwitterdrüse Spermatozoen und Eizellen dicht neben einander reifen. Sie werden teils auf gemeinsamer Strasse — Zwittergang, teils in getrennten Kanälen — Vas deferens und Ovidukt ausgeleitet. Sehr viele Mollusken entwickeln sich durch Metamorphose aus schwimmenden Gastrulalarven, deren Gestalt durch Ausbildung eines mächtigen Schwimmlappens an der Gastrulawand charakterisiert ist.

I. Klasse. Lamellibranchiata — Muscheln.

Der Leib der in Sand und Schlamm grabenden, oder in Holz und Fels bohrenden, selten frei schwimmenden Muscheln (Fig. 185, 186) ist seitlich komprimiert und die Afterregion nach hinten ausgezogen (vergl. Fig. 186 u. 178!) Die Kriechsohle ist schmal, wurst- oder beilförmig. Die Mantelfalte wächst in sehr grosse bilateral symmetrische Mantellappen (*p*) aus, welche den ganzen Körper umhüllen. Nur ventral bleibt zwischen dem verdickten Rande beider Mantellappen ein vom Munde bis zum After reichender Spalt, durch welchen die Mantelhöhle zugänglich ist und der schwellbare Fuss herausgestreckt wird. Der freie Mantelrand ist anal an zwei dicht nebeneinander liegenden Bezirken spaltförmig ausgebogen. Die im Schlamme vergrabenen Muscheln lassen dieselben in das Wasser einragen und ziehen durch den ventralen Spalt — Atemsipho Wasser in die Mantelhöhle, um es durch den dorsalen Spalt — Kloakensipho wieder auszutreiben. Diese Bezirke verlängern sich oft in lange kontraktile Siphonalröhren und gestatten den Muscheln, sich noch tiefer in den Boden einzuwühlen. Manchmal verwachsen auch die Mantelränder. Da die gesamte äussere Mantelfläche die dicke Kalkschale (Fig. 188) abscheidet, ist diese in gleicher Weise nach hinten spitz ausgezogen. Nur während der Larvenzeit ist die Schale einfach kappenförmig, später wird sie zweiklappig, weil der median dorsale Mantelkamm einen kalkfreien Sekretstreifen, das Schlossband — Schalenligament (Fig. 188 *l*) bildet, indes der rechte und linke Mantellappen je eine kalkige Schalenhälfte abscheiden. Die Schale setzen drei an verschiedenen Stellen des Mantels gebildete und über einander gelagerte Schichten zusammen; aussen die Cuticula (Conchyolinsubstanz), inmitten kalkige Prismen, innen kalkige Perlmutterschichte. (Manche Muscheln ballen Klumpen von Perlmuttersubstanz um Fremdkörper, welche zufällig zwischen Mantel und Schaleninnenfläche gelangen. Diese sind als Perlen bekannt.) Das Schlossband besteht aus zwei Lagen, einer äusseren starren und einer inneren ventral oder dorsal gekrümmten elastischen Zone. Da die innere gegen die beiden Schalenhälften drückt, klafft der ventrale Rand der durch das Ligament verbundenen Klappschale. Er kann jedoch geschlossen werden durch die Kontraktion zweier transversaler Schliessmuskeln (m, m_1) deren Fasern den Muschelleib durchqueren und sich an den Schalen inserieren. Der vordere Schliessmuskel liegt oberhalb der Mundhöhle, der hintere unterhalb des Afters.

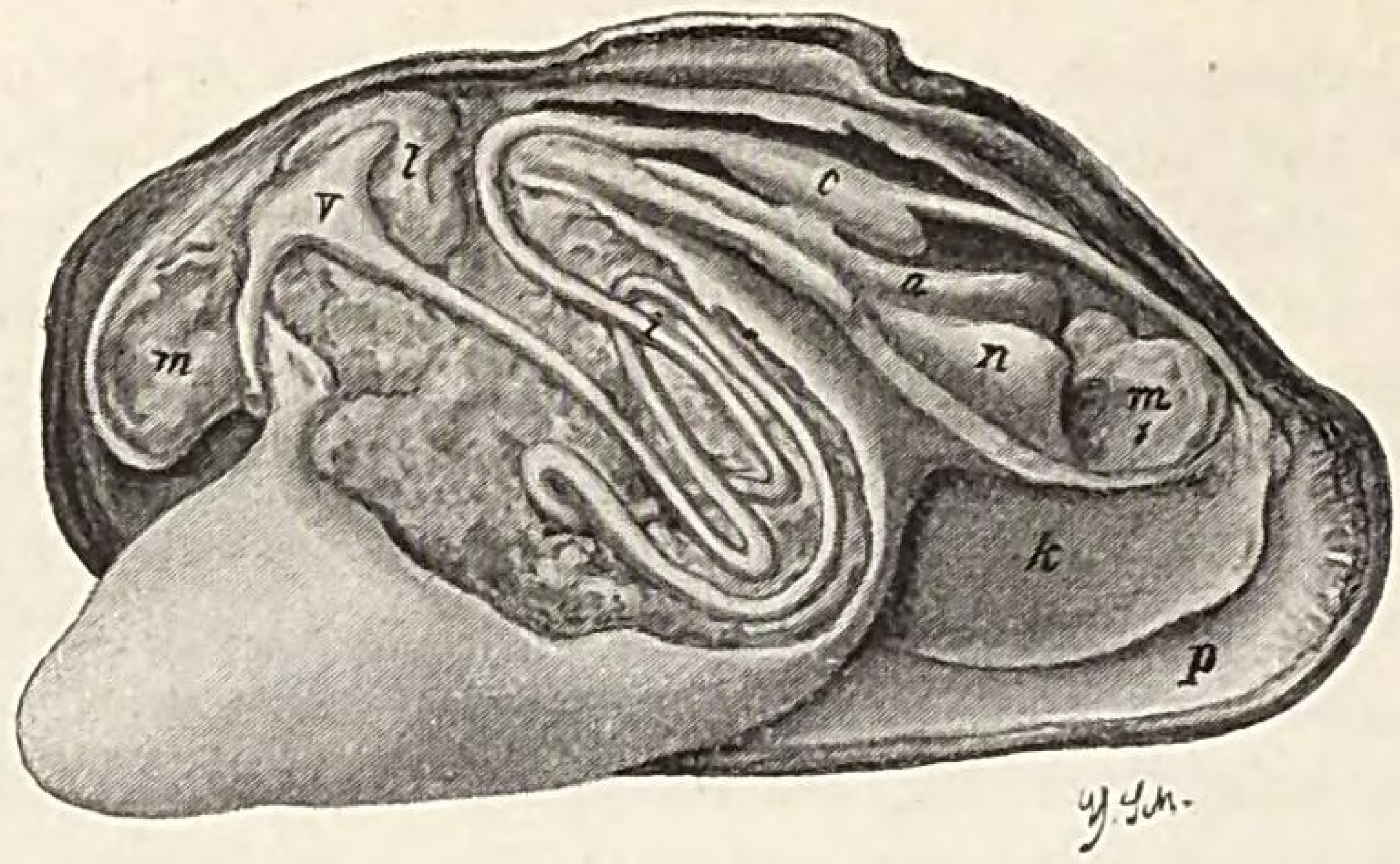


Fig. 185.

Bau einer Süsswassermuschel. Der Fuss ist etwas über die Schale ausgestreckt.

a Vorhof, *c* Herz, *i* Darm, *k* Kiemen, *l* Leber, *m* vorderer, m_1 hinterer Schliessmuskel, *n* Niere, *p* Mantel, *v* Magen.

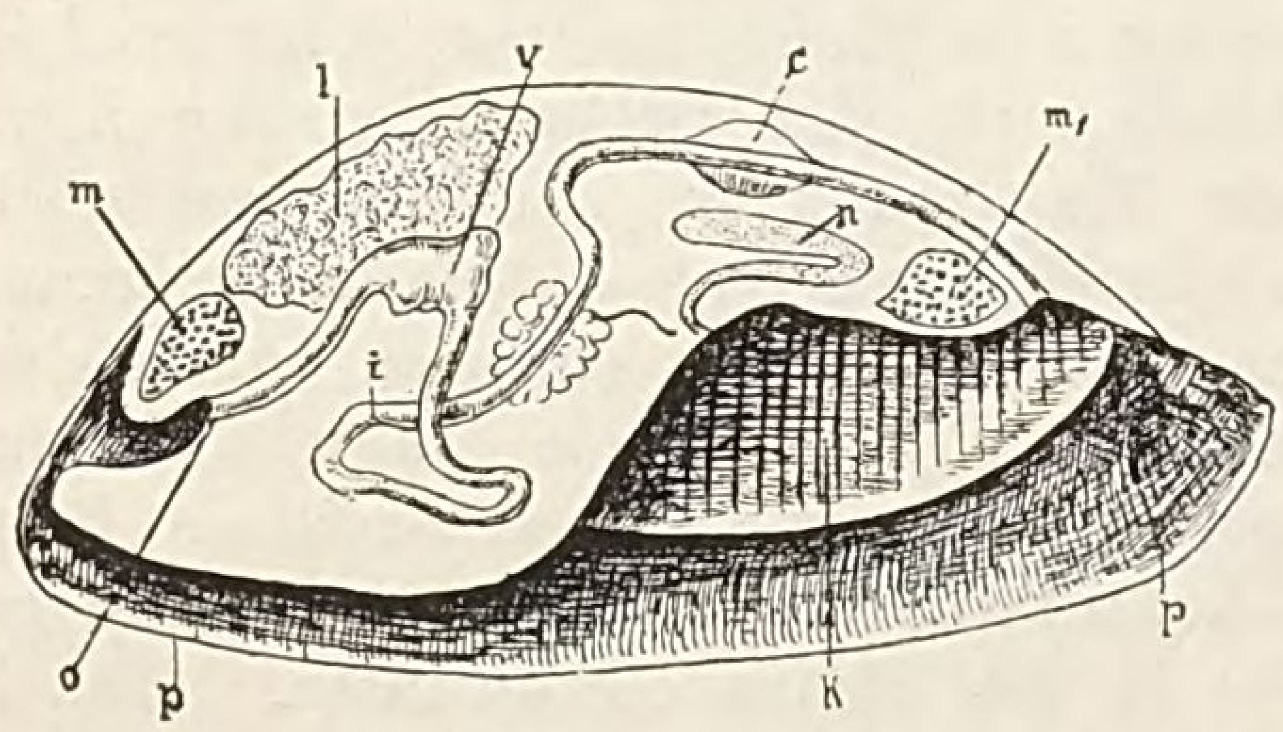


Fig. 186.

Schematischer Längsschnitt durch eine Muschel.

c Herzkammer vom Enddarm durchsetzt, *i* Darm, *k* Kieme, *l* Leber, *m* vorderer, m_1 hinterer Schliessmuskel, *n* Niere, *o* Mund, *p* rechter Mantellappen.

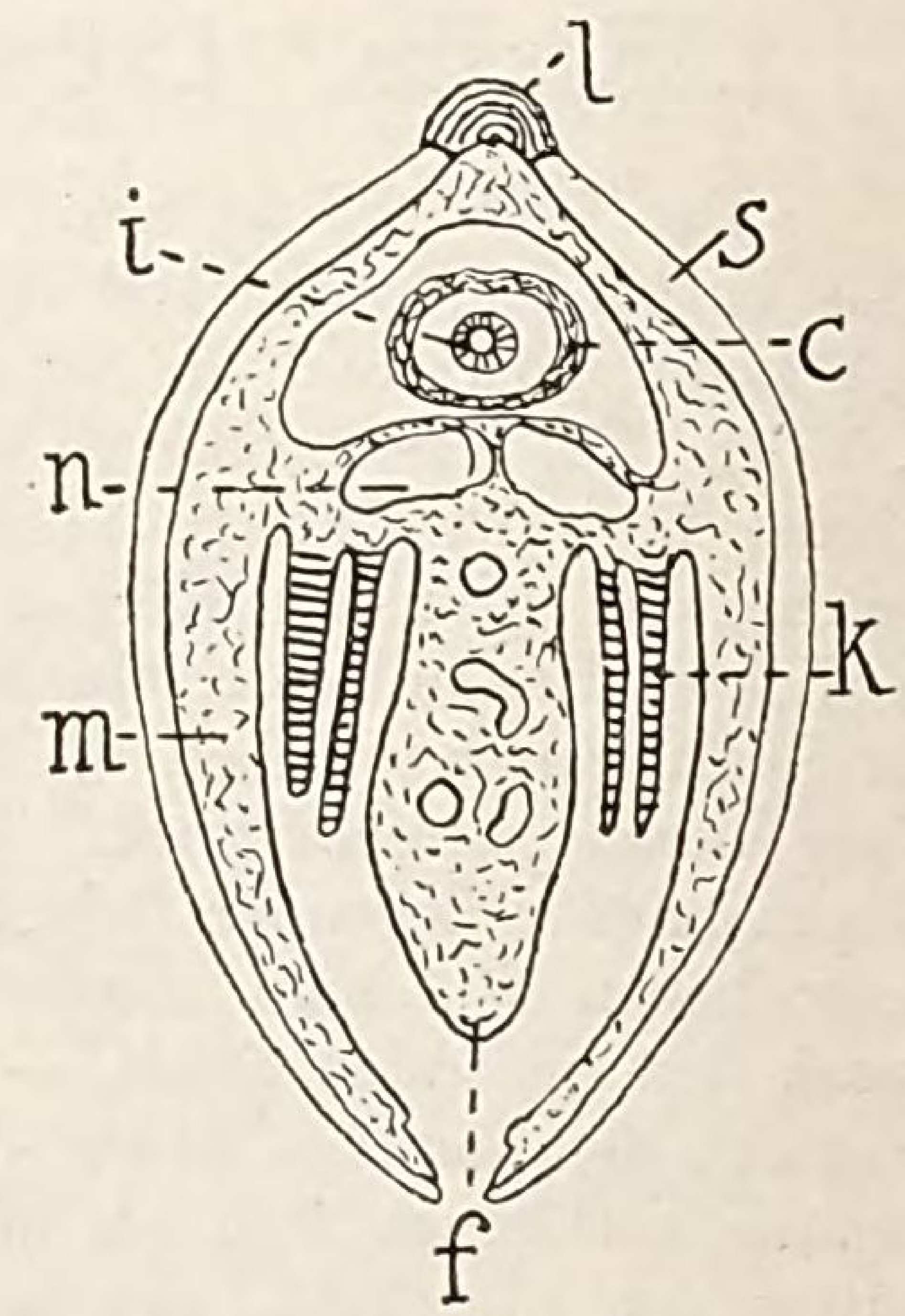


Fig. 187.

Schematischer Querschnitt durch eine Süsswassermuschel.

c Wand der Herzkammer, *f* Fuss, *i* Enddarm in der Herzkammerhöhle, *k* zwei Kiemenlamellen, *l* Schalenligament, *m* Mantel, *n* Niere, *s* Schale.

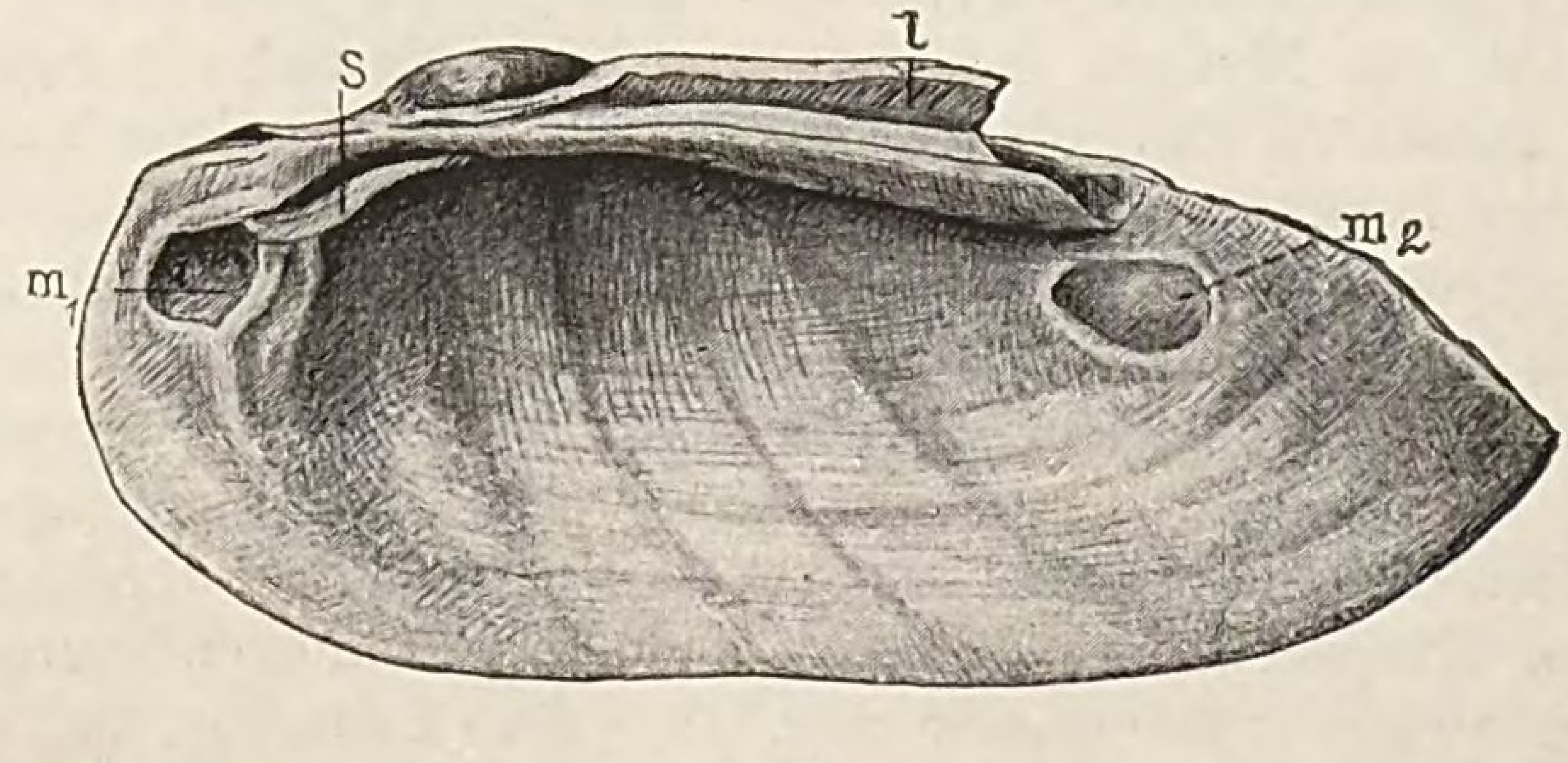


Fig 188.

Innenfläche der rechten Schalenhälfte von Unio pictorum.

l Schalenligament, m_1 Insertionsfläche des vorderen, m_2 des hinteren Schliessmuskels, *s* Schlosszahn

Ihre Insertionsflächen sind den Kalkschalen als runde oder polygonale Felder — Muskelnarbe (Fig. 188 m_1, m_2) eingraviert. Besondere Vorsprünge des dorsalen Schlossrandes — Schlosszähne (Fig. 188 *s*) sichern die gelenkige Führung der Schalen. Nur der Mantelrand ist der Schale fest angeheftet und zeichnet eine rauhe Mantellinie auf ihre Innenfläche. Die Schalenhälften sind symmetrisch bei freilebenden kriechenden Arten, asymmetrisch bei schwimmenden und festsitzenden Arten. Nahe den Schliessmuskeln inserieren der Schale die vorderen und hinteren Rückziehmuskeln des Fusses.

Von der lateralen Körperwand hängen die Kiemen in die Mantelhöhle herab als zwei sagittale Reihenpaare dünner Fädchen. Ihre mit Flimmerepithel bezogene Oberfläche erzeugt den für die Atmung und Ernährung der Tiere wichtigen Wasserstrom, der an den Siphonen ein- und austritt. Seitlich vom Munde steht ein Paar flimmernder Mundlappen gleich Segeln, um das Wasser in die Mundöffnung zu leiten.

Da nur kleine im Wasser schwebende Körperchen als Nahrung aufgenommen werden, ermangelt die einfache Mundhöhle des Kiefers, der Radula und der Speicheldrüsen. Ihr schliesst direkt der Magen (*v*) an. Seine Wand bildet einen Blindsack, worin eine gallertige Masse — sogen. Krystallstiel secerniert wird, wahrscheinlich um gröbere Nahrungsteilchen zu umhüllen. Der Darm, ein Flimmerepithelschlauch mit dünner bindegewebiger Hülle durchzieht in mehrfach geschlungener Windung den Körper und durchbohrt häufig kurz vor dem After die Herzkammer (Fig. 186). Der After liegt nahe dem Kloakensipho. Der Darm macht keine peristaltischen Bewegungen, weil sein Flimmerepithel einen ständigen Wasserstrom durch die Darmlichtung spült. Die mächtige Leber (*l*) liegt im vorderen dorsalen Körperbezirk.

Die Leibeshöhle bildet ein System bluterfüllter Spalten (Blutlakunen), nur im dorsalen anal ausgezogenen Rumpfabschnitte liegt ein grösserer Cölomraum, die Perikardialhöhle. Sie birgt die mediane Kammer und die symmetrischen Vorhöfe des Herzens, ist vom Enddarm durchquert und kommuniziert vermittels paariger Flimmertrichter mit den Nieren. Die (nach ihrem Entdecker Bojanus'sche Organe genannten) Nierensäcke sind in einer rückläufigen Schlinge gekrümmt, deren Winkel an den hinteren Schliessmuskel stösst. Ihre Wand ist stark gefaltet. Sie münden seitlich am Rumpfe neben der Geschlechtsöffnung. An der vordern Wand des Perikardes öffnen sich die Gänge der Perikardialdrüse. Wahre Gefässe finden sich nur in der nächsten Nähe des Herzens, eine mediane vordere und hintere Aorta entspringt der Kammer und eine Nierenvene sammelt das Blut des Rumpfes, ehe es in Niere und Kiemen fällt. Durch Blutstauung können der Fuss, die Siphonen und Mantelränder geschwellt werden. Die paarigen männlichen oder weiblichen Gonaden senden ihre Lappen zwischen die Darmwindungen.

Die Kommissur der Cerebropleuralganglien überspannt die dorsale Mundwand nahe dem vordern Schliessmuskel; die Pedalganglien liegen dicht zusammen über der Kriechsohle des Fusses, die Visceroparietalganglien am hintern Schliessmuskel. Die Sinnesorgane der hauptsächlich grabenden Tiere sind schwach entwickelt. Die paarigen Osphradien liegen nahe dem hintern Schliessmuskel über dem Visceroparietalganglion. Andere Sinnesorgane stehen niemals nahe dem Munde, sondern am Mantelrand. Offene oder geschlossene statische Bläschen liegen an den Pedalganglien. Der Mantelrand freischwimmender Arten (Pecten) ist mit Augen besät.

Im Fusse ist die Byssusdrüse eingebettet, deren faserig erhärtendes Sekret viele Muscheln dazu verwenden, sich an fester Unterlage anzuheften.

Die Geschlechtszellen werden ins Wasser ausgestossen und dort befruchtet. Die freischwimmenden Larven tragen die Grundform der Gastrula modifiziert durch einen breit lappenförmigen, flimmernden Auswuchs der ektodermalen Gastrulawand, welcher als Schwimmlappen dient. Circa 5000 lebende Arten.

I. Ordnung. Protobranchia.

Jede Kieme bildet 2 Reihen einfacher Fäden. Herzkammer liegt dorsal über dem Enddarm, ist nicht durchbohrt. Blindsack des Magens und Krystallstiel sehr klein. Fuss scheibenförmig, Mantelrand frei. Geschlechtsdrüsen münden in die Nieren.

Nucula margaritacea (Lam.) — Nussmuschel. *Mittelmeer.*

II. Ordnung. Filibranchia.

Die Kiemenfäden biegen sich U förmig in zwei der Mantelfläche parallele Schenkel, bleiben aber getrennt.

Anomina ephippium (L.) — Sattelmuschel. *Mittelmeer.* Körper und Schale asymmetrisch, ein Schliessmuskel. Mantel offen, Herz nicht durchbohrt, Geschlechtsdrüsen reichen bis in den Mantel. Nierensäcke asymmetrisch. Fuss schwach.

Mytilus edulis (L.) — Miessmuschel. *Europäische Küsten.* Körper und Schale ungleichseitig. Vorderer Schliessmuskel kleiner. Siphonen. Fuss cylindrisch gestreckt, spinnt Byssus. Geschlechtsdrüsen reichen in den Mantel.

Arca Noae (L.) — Archenmuschel. *Mittelmeer.* 2 Schliessmuskeln. Zahlreiche Schlosszähne. Fuss gross. Ohne Siphonenröhre. Herzkammer liegt dorsal über dem Enddarm.

Hierher gehören: Trigonia, Lithodomus, Pectunculus.

III. Ordnung. Pseudolamellibranchia.

Die benachbarten Kiemenfäden verwachsen durch sagittale Brücken, sowohl zwischen den ab- als den aufsteigenden Schenkeln einerseits, und durch Querbrücken der lateralen und medialen Schenkel desselben Fadens andrerseits.

Pecten jacobaeus (L.) — Jakobsmuschel. *Mittelmeer.* Mantel offen, Augen am Mantelrand. Schale mit breiten strahligen Rippen, Fuss klein. Schwimmen durch Klappen der Schale. 1 Schliessmuskel. Querbrücken der Kiemenfäden bergen keine Bluträume.

Avicula margaritifera (L.) — Echte Perlmuschel. *Indischer Ocean.* Mantel und Schale asymmetrisch, rechte Hälfte kleiner, vorderer Schliesmuskel klein, einfacher Mantelrand, Fuss klein, spinnen Byssus, Herz nicht durchbohrt. Malleus, Pinna, Meleagrina.

Ostrea edulis (L.) — Gemeine Auster. *Europäische Küsten.* Körper und Schale asymmetrisch. Linke Schalenklappe grösser, stärker gewölbt, am Boden festgewachsen. Ein Schliessmuskel. Einfacher Mantelrand. Fuss verkümmert. Querbrücken der Kiemenfäden enthalten Bluträume. Herzkammer liegt ventral unter dem Enddarm. Hermaphroditen.

IV. Ordnung. Eulamellibranchia.

Die beiden Schenkel sowie die Reihen der Kiemenfäden werden undeutlich, weil sie durch Querbrücken zu gitterförmigen Kiemenlamellen verwachsen. Die Lamellen der ab- und aufsteigenden Schenkel jeder Fadenreihe gehen am freien ventralen Rande ineinander über und bilden zusammen ein sogen. wahres Kiemenblatt (je 2 Kiemenblätter = 4 Kiemenlamellen auf jeder Seite). Diese Gruppe umfasst die meisten Muschelarten.

Familie: Unionidae.

Mantel frei. Fuss gross, beilförmig, Byssusdrüse rudimentär. Zwei Schliessmuskeln. Getrenntgeschlechtlich. Larvenmetamorphose in der Haut von Süsswasserfischen.

Unio pictorum (L.) — Malermuschel. *Europa.*

Anodonta mutabilis (Cless.) — Teichmuschel. *Deutschland.*

Familie: Dreyssensiidae.

Dreyssena polymorpha (Pall.). *Kaspisches und schwarzes Meer, Flüsse Europas.* Körper und Schale dreiseitig. Mantelrand fast ganz verwachsen. Zwei Schliessmuskeln. Spinnen Byssus.

Familie: Veneridae.

Venus puerpera (L.) — Venusmuschel. *Indischer Ocean.* Mantel mit Siphonalröhren.

Familie: Cardiidae.

Cardium edule (L.) — Essbare Herzmuschel. *Europäische Meere.* Mantel verwachsen. Kurze Siphonalröhre. Langer cylindrischer Fuss. Schale herzförmig.

Familie: Pholadidae.

Pholas dactylus (L.) — Bohrmuschel. *Europäische Meere.* Mantel verwachsen. Grosse Siphonalröhren. Schalenhälften ohne Ligament und Schlosszähne mit accessorischen Schalenstücken. Bohren in weichem Gestein oder Holz.

V. Ordnung. Septibranchia.

Die Kieme bildet ein muskulöses Querseptum der Mantelhöhle. Der Darm ist sehr kurz und zieht fast gerade vom Magen zum After, er durch-

bohrt die Herzkammer. Hermaphroditen mit getrennten Hoden und Eierstöcken.

Poromya granulata (NYST.) *Mittelmeer.*

II. Klasse. Scaphopoda.

Der Rumpf ist turmförmig dorsoventral gestreckt, der verwachsene Mantel scheidet eine röhrenförmige Schale ab, welche wie die Mantelhöhle ventral und dorsal offen ist. An der Schale haftet ein Ringmuskel des hintern Körperendes. Der schlauchförmige Fuss entbehrt der Kriechsohle. Der Mund, von einem Kranze blattförmiger Tentakel garniert liegt auf einem kurzen, nicht retraktilen Schnauzenrohre, an dessen Basis zwei lange kontraktile Tentakelfäden entspringen. In der Mundhöhle arbeitet ein unpaarer Kiefer und die Radula. Magen mit Leber. Der Magendarm zieht eine rückläufige Schlinge, der Dünndarm geknäuelte Windungen. Am Enddarm hängt eine Rektaldrüse. Der After liegt median über dem Fusse. Die Leber ist bilateral symmetrisch. Das Nierenpaar neben dem Enddarm kommuniziert durch einen Querschlauch, seine Mündungen liegen zu beiden Seiten des Afters. Die unpaare getrennt geschlechtliche Gonade mündet in den rechten Nierensack. Dorsal über dem After liegt die rudimentäre Herzkammer, die Vorhöfe fehlen. Das Blut fliesst durch die Lakunen der Leibeshöhle. Die Pedal- und Pleuralganglien sind dicht an die Cerebralganglien geschoben. Gesonderte Parietalganglien fehlen. Augen fehlen. Die statischen Bläschen an den Pedalganglien enthalten viele Statolithen.

Dentalium elephantinum (L.) — Elephantenzahn. *Mittelmeer, rotes, indisches Meer.*

III. Klasse. Cephalopoda Kopffüsser.

Der Körper der im Meere schwimmenden Tiere erscheint turmförmig, die orale und aborale Fläche breit, weil die dorsoventrale Achse sehr verlängert, die oro-aborale und die transversale Achse (ungefähr gleich) kurz sind. Der Fuss ist in 8—10 fingerförmige muskulöse Lappen — Arme (*a*) zerschlitzt, welche zahlreiche Saugnäpfe tragen; der Mund nach dem ventralen Fussfelde, in die Mitte des Armkranzes verschoben. Oberhalb der Arme ist ein rundlicher Abschnitt des Rumpfes — Kopf abgesetzt. Er birgt die Mundhöhle (*ph*), die zusammengeschobenen Ganglienpaare und die grossen Augen (*oc*). Die kleine muskelreiche Mantelfalte überschirmt nur die anale Körperfläche und deckt eine hintere taschenförmige Mantelhöhle. Der freie Mantelrand liegt der hinteren Kopffläche innig an (oft durch kleine Höckerchen in Gruben der Koffläche eingreifend — sog. Mantelschloss) und deckt teilweise die Epipodien, welche als zwei median konvergierende Lappen — Trichter (*tr*) am hinteren Rande des Armfeldes vorragen. Von der analen Körperwand springt ein Paar zweizeilig gefiederter Kiemen (*k*) in die Mantelhöhle. Diastolische Bewegungen des Mantels saugen Atemwasser am geöffneten Mantelspalt ein, während nach Schluss desselben

systolische Verengerung der Mantelhöhle es durch den Trichter wieder auswerfen. Der Rückstoss des ausströmenden Wassers treibt das schwimmende Tier fort.

Die Körperhaut, aus cylindrischem Epithel und dicken bindegewebigen, viele Pigmentzellen — Chromatophoren einschliessenden Schichten — Cutis bestehend, scheidet (ausgenommen Kopf und Fuss) eine dütenförmige Kalkschale ab, die aus inneren Perlmutterlamellen — Phragmokon und einer äusseren Lage von grossen Kalkzellen — Ostracum aufgebaut ist. Mit dem Wachstume des Körpers verlängert und erweitert sich der Rand des Gehäuses und der Eingeweidesack zieht sich von der Schalenkuppel zurück; nur ein ganz dünn ausgezogener Teil desselben — Sipho (*s*) bleibt an ihr haften. Da aber die gewölbte Dorsalspitze des Eingeweidesackes eine neue Kalkschicht ausscheidet, wird durch den Schalenraum eine gekrümmte nur vom Sipho durchbohrte Kalkwand — Septum (*w*) gespannt, welche einen hinteren mit Gas erfüllten Abschnitt und einen vorderen, grösseren, vom Tiere bewohnten Raum — Wohnkammer der Schalenhöhle scheidet. Wie das Volum des Tieres zunimmt, steigert

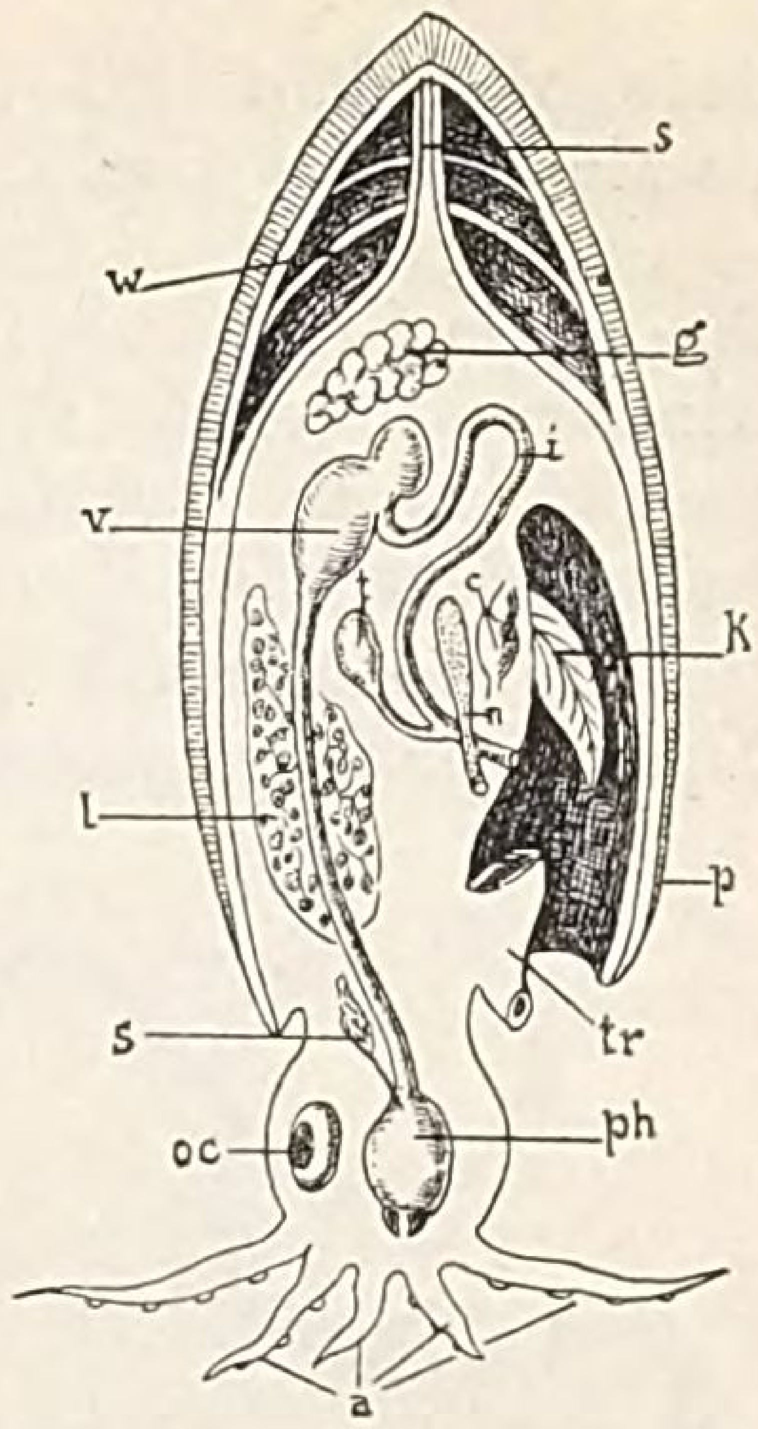


Fig. 189.
Schematischer Längsschnitt durch einen Cephalopoden. Links orale, rechts die aborale Fläche.

a Fusslappen = Arme, *c* Herz, *g* Gonade, *i* Darm, *k* Kieme, *l* Leber, *n* Niere, *oc* Auge, *p* Mantel, *ph* Mundhöhle, *s* Speicheldrüse, *s* Sipho, *t* Tintenbeutel, *tr* Trichter, *v* Magen, *w* Scheidewände der Schale.

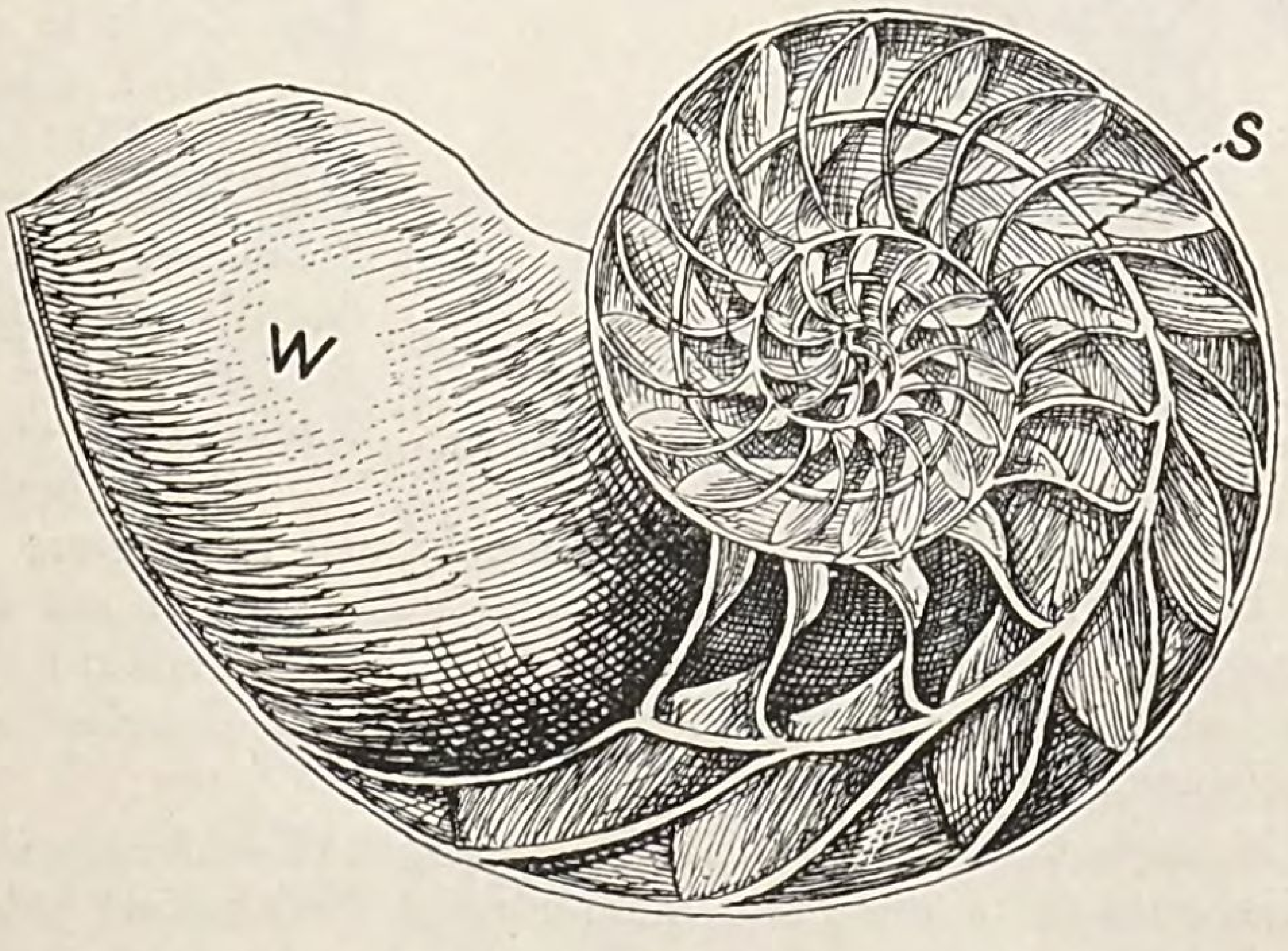


Fig. 190.
Längsschnitt durch die exogastrisch eingerollte Schale eines Cephalopoden, Nautilus. Nach Owen.
s Sipho, *w* Wohnkammer. Hinter ihr zahlreiche Scheidewände.

sich die Grösse der Wohnkammer, die Zahl der hinten eingeschobenen Septa und die Länge des alle durchbohrenden Siphonalstranges. Die Lage der Querwände ist auch an der Aussenfläche der Schale durch Linien — Sutur-

linie erkennbar. Während des Wachstumes wird die Schalenspitze oft gegen die Mündung eingerollt, entweder in oraler — exogastrischer oder aboraler — endogastrischer Biegung. Ein kräftiges Schalenmuskelpaar inseriert hinter dem Kopfe der Innenfläche der Wohnkammer. Zwischen beiden Muskeln ist die dorsale Haut — Verwachsungsband der Schale innig angeschmiegt. Die gaserfüllten Schalenräume wirken als hydrostatische Organe des schwimmenden Tieres.

In der Mundhöhle sitzen 2 (ein grosser unterer und ein kleiner oberer) Papageischnabel-ähnliche Hornkiefer und die eine Längsreihe langstacheliger Zähne tragende Radula. Ferner münden die Ausführgänge von 2 Paaren Speicheldrüsen. Eine enge Speiseröhre führt in den dorsalen dickwandigen Magen (*v*), ein Blindsack desselben — Spiralcöcum empfängt die Ausführgänge der grossen stark verästelten Leber (*l*). Ein besonders differenzierter Abschnitt der letzteren wird als Pankreas bezeichnet. Vom Magen zieht der Enddarm in ventraler Richtung gegen den After, der nahe der Trichterbasis zwischen den Kiemen liegt. Der Enddarm stülpt nahe dem After einen drüsigen Sack — Tintenbeutel (*t*) aus, dessen dunkelfarbiges Sekret entleert wird und das Wasser trübt, wenn das gereizte Tier feindlicher Nachstellung entfliehen will.

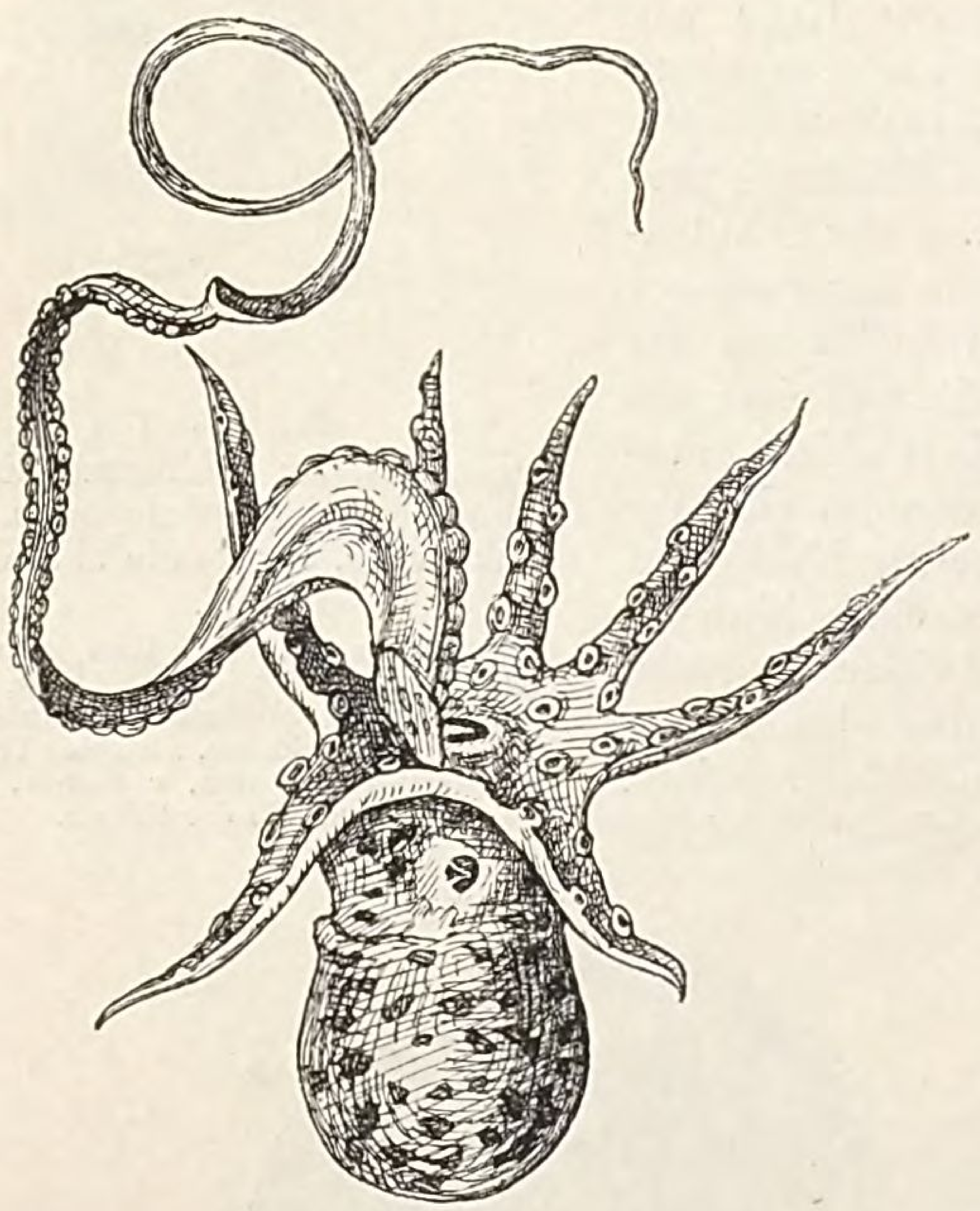


Fig. 191.
Argonauta argo L. ♂. Nach Carus.
Von den acht Armen ist einer verlängert und hektokotylisiert.

Die Leibeshöhle ist unregelmässig durch Bindegewebszüge und Membranen in grössere Hohlräume geschieden, birgt den Magen, das Herz und kommuniziert mit den Nierensäcken. Das Epithel eines unpaaren dorsalen, in das Perikard fortgesetzten Abschnittes reift zu Geschlechtszellen (deshalb wird derselbe als unpaare Gonade bezeichnet).

Die Geschlechter sind getrennt. Die paarigen Geschlechtsgänge münden nahe der Kiemenbasis in die Mantelhöhle; meist funktioniert jedoch nur ein Gang. Der Ovidukt ist ein einfacher Kanal, neben ihm münden die beiden Nidamentaldrüsen, deren Sekret die Eizellen vor der Ablage umfliesst und im Wasser zur harten Kapsel erstarrt. Der Samenleiter zerfällt durch mannigfache Windungen und Erweiterungen in mehrere Abschnitte: Vas deferens, Vesicula seminalis, Vas efferens und Needham'sche Tasche. In der letzten werden die Spermatozoen von erstarrendem Drüsensekret umgeben und als Samenpatronen — Spermatophoren abgelegt. Da äussere Begattungsorgane an der Geschlechtsöffnung fehlen, übertragen die

Männchen die Spermatophoren in die Mantelhöhle des Weibchens durch einen umgebildeten Arm — Kopulationsarm, Hectocotylus (Fig. 191), welcher bei der Begattung vom Männchen abgestossen wird.

Zwei geräumige Nierensäcke liegen unter dem Enddarme und münden zwischen den Kiemen nahe After und Genitalporen. Das Blut fliesst durch die Spalten der Leibeshöhle, teilweise sogar durch geschlossene Bahnen: Arterien, Kapillaren und Venen. Dem dorsal vom Enddarm liegenden Herzen, 1 mediane Kammer und 2 laterale Vorhöfe, entspringt eine vordere und hintere Aorta. Die Venen der Herzgegend tragen lappige in die Nierensäcke vorspringende Anhänge exkretorischer Funktion. An der Kiemenbasis erweitern sich die Kiemenvenen zu kontraktilen Abschnitten — Venenherzen. Drüsige Anhangsgebilde derselben, die Perikardialdrüsen, ragen in die Leibeshöhle.

Im Kopfe entwickelt sich ein knorpeliger Skeletring und umspannt das Nervensystem, dessen Kommissuren und Konnektive so sehr verkürzt sind, dass alle typischen Ganglien in einer einheitlichen Gehirnmasse dicht zusammenliegen. Die Kopfhaut senkt sich zu grossen, ebenfalls dem Kopfknorpel eingebetteten Augen, dahinter zu zwei statischen Bläschen und Geruchsgruben ein. Die Sehnerven schwellen zu sehr grossen Ganglien — Ganglion opticum an.

I. Ordnung. Dibranchiata — Zweikiemer.

8 Arme mit Saugnäpfen oder Haken bewehrt. Beide Trichterlappen verwachsen. Ein Kiemenpaar in der Mantelhöhle. Tintenbeutel meist vorhanden, sein langer Ausführgang verläuft median neben dem Enddarme und mündet auf der Afterpapille der Trichterbasis. Nur eine (linke) Genitalöffnung. Die hoch entwickelten Augen schnüren sich als Hohlblasen von der Haut ab, die an der Abschnürungsstelle durchsichtig bleibt — Cornea und eine Linse differenziert. Um die Hornhaut erhebt sich eine Ringsfalte — Augenlid. Jederseits über dem Auge eine Geruchsgrube, welcher ein grosses Riechganglion anliegt. Die vom Kopfknorpel umschlossene Gehirnmasse ist äusserlich undeutlich gegliedert. Das Pedalganglion ist in ein vorderes Brachialganglion (Nervencentrum der Arme) und ein hinteres Trichterganglion (Centrum für den Trichter) geschieden.

I. Unterordnung. Octopodida — Achtfüsser.

Körper kurz und dick. Mantel ohne Schloss, nur durch ein breites Nackenband am Kopf befestigt. Vor dem Mund steht ein Kreis von acht Armen, deren Basis durch einen Hautsaum verbunden ist. Sitzende Saugnäpfe. Trichter ohne Klappenfalte. Kleine Augen mit Ringlidfalte. Die Leibeshöhle ist als System enger Spaltkanäle entwickelt. Ösophagus mit einer seitlichen Tasche — Kropf ohne Drüsenepithel. Paarige Geschlechtsgänge. Keine Nidamentaldrüse.

1. Familie: Octopodae.

Eine Schale wird überhaupt nicht gebildet.

Octopus vulgaris (Lam.). — Seepolyp. *Mittelmeer.* Körper rundlich, Arme lang, ungleich gross mit zwei Saugnapfreihen.

Eledone moschata (Leach.). — Moschuspolyp. *Mittelmeer.* Arme lang, dünn mit einer Saugnapfreihe.

2. Familie: Philonexidae.

Schwaches Mantelschloss mit fleischigem Höcker.

Argonauta argo (L.). — Papiernautilus. *Mittelmeer.* Körper rundlich, Kopf klein. Das Weibchen allein bildet eine dünne Schale ohne Perlmutterschicht, Luftkammer und Sipho. Sie wird nicht vom Mantel, sondern von zwei lappig verbreiterten Tentakeln ausgeschieden und nur von den Rückenarmen gehalten. (♂ Fig. 191.)

II. Unterordnung. Ammonitida.

Ausgestorbene Arten, die grosse gekammerte Schalen besassen. Die Schalen waren teils gerade, teils hakenförmig gekrümmt, teils flach spiralig eingerollt. Der Sipho zieht dicht an der ventralen Konvexseite der Scheidewände. Die Seitenwand der Septa ist vielfach wellig gebogen. Aussenfläche der Schale glatt oder stark skulpturiert. Die Gestalt der Septen und ihre Verwachsungslinien mit der Schale — sog. Lobenlinie wird bei der systematischen Einteilung hauptsächlich berücksichtigt. Eine ungeheure Zahl fossiler Arten bezeugt, wie dicht die Meere früherer Perioden von Ammoniten bevölkert waren. Das Studium ihrer Schalenreste hat jedoch keinen tieferen Einblick in die Anatomie dieser Tiere eröffnet.

Familie: Goniatidae *in den paläozoischen Schichten.*

Familie: Ceratitidae. *Perm bis Trias.*

Ceratites nodosus. *Oberer deutscher Muschelkalk.*

Familie: Amaltheidae (Fischer). *Trias bis Kreide.*

Familie: Phylloceratidae (Zitt.). *Trias bis Kreide.*

Familie: Lytoceratidae (Neum.). *Jura und Kreide.*

Hamites (Park). Turrilites (Lam.).

Familie: Aegoceratidae (Neum.). *Oberer Trias bis Dogger.*

Familie: Harpoceratidae (Neum.). *Mittlerer Lias bis Malm.*

Familie: Stephanoceratidae (Neum.). *Lias bis untere Kreide.*

Familie: Aspidoceratidae (Zitt.). *Dogger, Malm.*

Familie: Cosmoceratidae (Zitt.). *Dogger bis obere Kreide.*

III. Unterordnung. Decapoda — Zehnfüsser.

Körper lang gestreckt, oft mit Hautlappen — Flossen an den Seiten des Rumpfes. Knorpelige Höcker des Mantelrandes in Gruben der Kopffläche passend — sog. Mantelschloss besorgen den dichten Schluss des Mantelspaltes. Trichter oft mit Klappenfalte. Grosse Augen. Leibeshöhle sehr geräumig. Ösophagus dünnes Rohr. Unpaarer linker Eileiter. Paarige Nidamentaldrüsen oberhalb der Nierenöffnungen. Die Schale fehlt niemals. Sie wird grösstenteils oder ganz vom Mantel überwachsen. Innerhalb des Kranzes von acht kurzen Armen stehen zwei längere Fangarme (oft in

besondere Taschen aufgerollt). Die Enden der langen Arme sind verbreitert und mit Saugnäpfen besetzt. Gestielte Saugnäpfe mit Hornring.

1. Familie: Belemnoideae.

Die gekammerte Schale der ausgestorbenen Familie ist kegelförmig gerade, selten spiralig gekrümmt. Der Sipho zieht ventral. Die Schalenspitze hinter den Gaskammern ist in einen langen stark verdickten Fortsatz — Rostrum ausgezogen.

Aulacoceras (HAUER). *Obere Trias und Alpen.*
Belemnites (LISTER). acutus (HILL.). *Unt. Lias.*
paxillosus (SCHLOTH.). *Mittl. Lias.*
clavatus (SCHLOTH.). *Mittl. Lias.*
irregularis (SCHLOTH.). *Ob. Lias.*
giganteus (SCHLOTH.). *Mittl. Dogger.*
hastatus (MONTF.). *Unt. Malm.*
dilatatus (BLAIM.). *Unt. Kreide (Neocom).*
minimus (LIST). *Unt. Kreide (Gault).*
subgenus Aitinocamax quadratus. *Ob. Kreide. (unteres Senon).*
„ Belemnitella mucronata. *Ob. Kreide (ob. Senon).*
Acanthoteuthis *Lithograph. Kalk (Malm).*
Belemnoteuthis *Dogger und Kreide.*

2. Familie: Spirulidae.

Schale eingerollt.

Spirula Peronii (LAM.). — Posthörnchen. *Südsee.* Die gekammerte Schale spiralig eingerollt. Die Windungen berühren einander nicht. Das Rostrum ist kaum angedeutet. Der ventrale Sipho durchzieht die gaserfüllten Kammern an der inneren Seite. Die Schale birgt nur ein kleines Stück des Tierleibes und wird vom Mantel fast ganz verhüllt. Fangarme lang. Arme mit sechs Saugnapfreihen. Trichter mit Klappe.

3. Familie: Oigopsidae.

Die Irisfalte des Auges nicht verwachsen. Das Wasser umspült die Linse. Die Schale wird rasch vom Mantel umwachsen und ganz schwach entwickelt. Sie verkalkt nicht mehr, sondern bleibt eine lange hornige Lamelle — Calamus ohne Rostrum.

Loligopsis vermicularis (RÜPP.). *Mittelmeer.* Körper wurmförmig. Kopf klein. Arme kurz. Lange Flossen. Statt des die Wohnkammern umschliessenden Schalenteiles ist nur eine kleine Verdickung am Calamus vorhanden.

4. Familie: Myopsidae.

Die Ringfalte des Auges verwächst zu einer durchsichtigen Haut und deckt die Linse. Die Schale wird rasch vom Mantel umwachsen und bildet eine hornige oder kalkige Lamelle.

Sepia officinalis (L.). — Gemeiner Tintenfisch. *Europäische Meere.* Die Flossen umranden den ganzen Körper. Die schildförmig abgeplattete Schale schliesst sehr schmale Luftkammern ein. Rostrum sehr kurz. Fangarme sehr lang, zurückziehbar. Trichter mit Klappe.

Loligo vulgaris (LAM.). — Kalmar. *Mittelmeer und Atlantischer Ocean.* Körper lang mit dreieckigen Flossen. Schale hornig. Fangarme nicht zurückziehbar.

5. Familie: Architeuthis — Riesentintenfische.

II. Ordnung. Tetrabranchiata — Vierkiemer.

Körper kurz und dick. Der Fuss zerfällt in mehrere Lappen, welche den Mund überragen und von zahlreichen (bis 90 Stück) dünnen fadenförmigen Tentakeln ohne Saugnäpfe besetzt sind, die in Gruben zurückgezogen werden können. Die dorsale Muskulatur des Vorderleibes bildet eine dicke Platte — Kopfkappe. Die Trichterhälften bleiben getrennt, rollen sich aber median übereinander. Zwischen ihnen springt eine mediane Falte des Fusses vor — Trichterklappe. Der Mantel scheidet eine gekammerte Schale ab. Ein kräftiges Schalenmuskelpaar (dorsal hinter den Augen) inseriert an der Innenfläche der Wohnkammer. Der zwischen ihnen der Schale innig angeschmiegte Teil der Haut wird Verwachsungsband genannt. In die Mantelhöhle hängen zwei Kiemenpaare, deshalb besitzt das Herz vier Vorhöfe, Venenherzen fehlen. An der Basis jeder Kieme liegt die Mündung eines der vier geräumigen Nierensäcke und dicht neben den oberen Nierenlöchern zwei Spalten — Visceroperikardialöffnungen, welche in die Leibeshöhle führen. Zwei Paar Perikardialdrüsen. Die Speicheldrüsen sind der Wand der Mundhöhle eingebettet. Tintenbeutel fehlt. Die paarigen Geschlechtsgänge münden zwischen der Basis der unteren Kiemen, aber der linke ist stets funktionslos. Das Weibchen besitzt eine Nidamentaldrüse. Dem Männchen wird ein Fusslappen als Kopulationsorgan — sog. Spadix umgebildet. Die Ganglien sind im Kopfe innerhalb eines Xförmigen Kopfknorpels konzentriert und nicht scharf von den Kommissuren und Konnektiven gesondert. Die Augen erscheinen als kurz gestielte offene Blasen ohne Linse (Fig. 181). Über den Augen liegen die offenen Säckchen.

Nautilus pompilius (L.) — Gemeines Schiffsboot. *Indischer Ocean.* (Fig. 190). Schale spiralig aufgerollt, ihre Windungen berühren einander. Wohnkammer gross. Der einzige Vertreter der in früheren Perioden blühenden Ordnung.

Die wichtigsten fossilen Gattungen sind folgende:

Endoceras (HALL.) fossil. *Cambrium—Silur.* Luftkammern liegen seitlich von der Wohnkammer.

Orthoceras (BREYN). *Silur — Trias.* Schale wenig gekrümmt, Septa einfach gebogen, Nahtlinie einfach ohne Biegung, Sipho central.

Gyroceras (DE KON.). *Silur — Perm.* Schale spiralig eingerollt, aber Windungen berühren einander nicht.

Lituites (BREYN). *Silur.* Schale in der Jugend spiralig eingerollt, später gerade wachsend. Septa einfach, Sipho central.

IV. Klasse. Gastropoda — Bauchfüssler.

Der Körper ist abgeflacht, seine dorsoventrale Achse sehr kurz. Aber die dorsale Körperzone kann bedeutend auswachsen und sich in spiraliger Krümmung auf den flachen Körper legen. Der Fuss bildet eine breite muskulöse Kriechsohle bei den kriechenden Arten, oder mehrere Schwimmlappen bei den pelagischen Tieren. Die kleine Mantelfalte springt über den analen Bezirk und auch lateral wie ein schmales Schirmdach vor und grenzt eine kleine Mantelhöhle ab, in welcher ein Paar zweizeilig gefiederter Kiemen stehen. Der Mantel scheidet eine konische, später oft spiralig gerollte Kalkschale ab, die ganz vom Tiere ausgefüllt wird (Fig. 192). Die Schalenöffnung vieler Arten kann durch einen hornigen oder kalkigen Deckel — Operculum verschlossen werden, welcher am Hinterende des Fusses entsteht. Das vordere Körperende trägt Augen und Tentakeln und furcht sich oft vom übrigen Leibe als sog. Kopf ab.

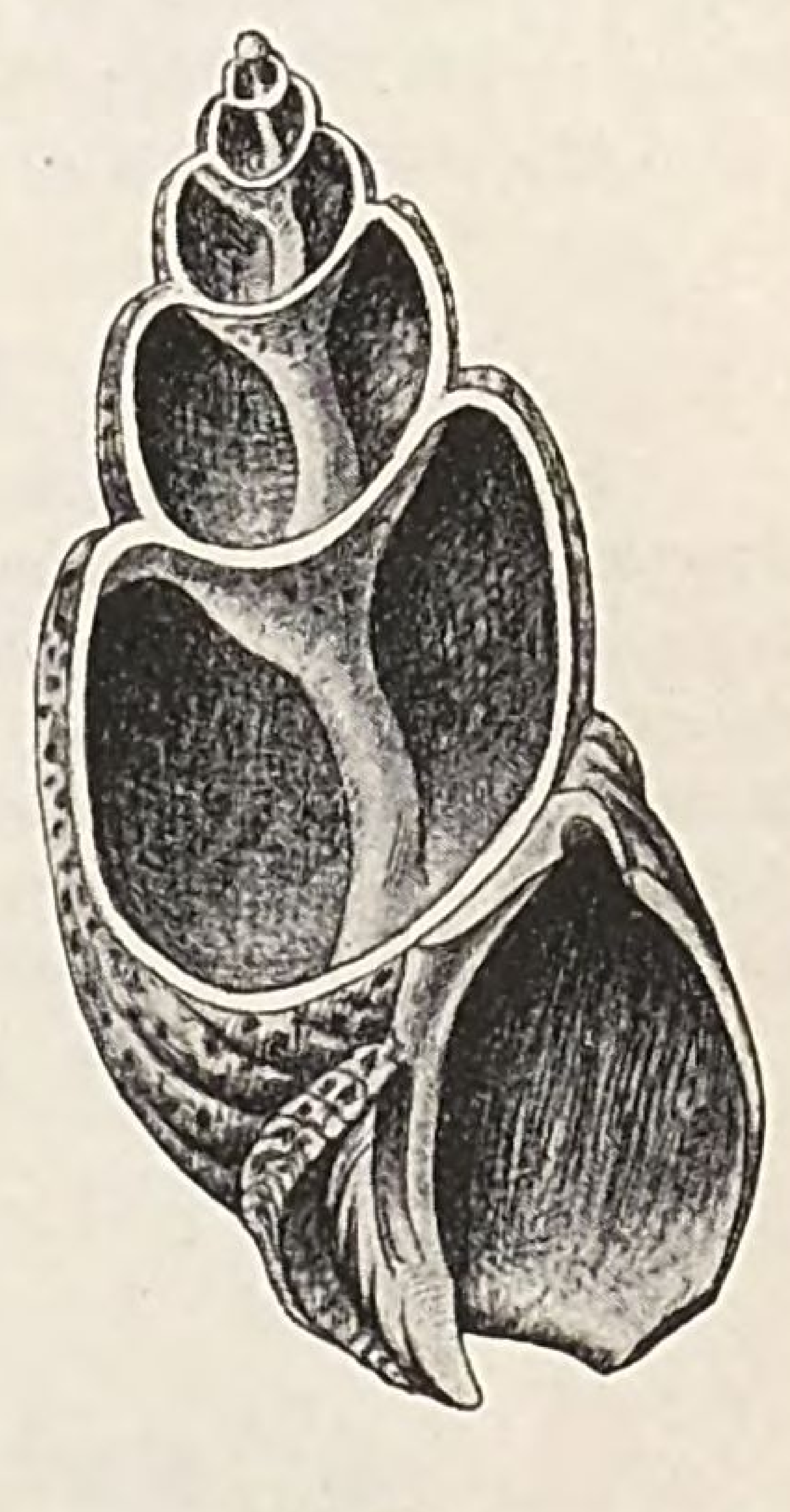


Fig. 192.
Längsschnitt durch die Schale eines Gastropoden, Eburnea japonica. (Ro.)

Dieser einfache Grundtypus wird in ungeahnter Mannigfaltigkeit variiert. Zum Verständnisse der Umbildungen muss man stets im Auge behalten, dass im analen Bezirke (Fig. 179) folgende Organe dicht neben einander liegen und ihre topographischen Beziehungen in allen Fällen der Umbildung treu bewahren. Es sind der Enddarm, die beiden Nierensäcke, die Endstücke der Geschlechtsgänge und die Kiemen samt Herz und Vorhöfen. In diesem analen Organkomplex liegt der After (f) mediandorsal, lateral die Öffnungen der beiden Nieren (r, r_1) und die beiden Geschlechtsöffnungen, neben denselben die beiden Kiemen (k, k_1). Das Herz zieht dorsal quer über den Enddarm.

Bei den Gastropoden herrscht nun das Streben, die bilaterale Symmetrie dieses Analkomplexes zu stören und durch Unterdrückung der Organe einer — sei es der rechten oder linken — Körperseite asymmetrische Formen zu erzeugen. Circa 5000 lebende Arten.

I. Formkreis. Bilateral symmetrische Formen.

I. Ordnung. Amphineura.

Körper bilateral symmetrisch. Das Nervensystem fügt sich nicht in den allgemeinen Typus der Mollusken ein, die Ganglienzellen sind nicht in grössere Knoten konzentriert, sondern über die Nervenstränge des Körpers

zerstreut: 2 laterale und 2 ventrale mit Ganglienzellen bedeckte und durch zahlreiche Kommissuren verbundene Nervenstränge vereinen sich vor und über dem Schlunde in einem Cerebralhalbring.

1. Familie: Chitonidae — Käferschnecken.

Der ovale Körper ist plattgedrückt mit flacher Fusssohle. Kopf klein. Der Mantelrand springt weit über den Fuss vor. In der mittleren Zone der Rückenhaut liegen 8 gelenkig verbundene Schalenplatten. Die vorderen decken die hinteren Platten. Lateral stehen zahlreiche zweizeilig gefiederte Kiemenblättchen neben einander. Tentakel und Augen fehlen. Der Magen steht dicht der Mundhöhle an. Der lange Darm zieht vielfach geschlungen zum hinterständigen medianen After. Die linke Hälfte der symmetrischen Leber ist klein. Leibeshöhle verhältnismässig gross. Die paarigen Nieren und die paarigen Ausführgänge der unpaaren Gonaden münden lateral. Das Herz mit 2 Vorhöfen liegt am Hinterende.

Chiton squamosus (L.). — Käferschnecke. *Mittelmeer.*

2. Familie: Solenogastres.

Körper cylindrisch ohne Schale, nur Kalkspicula sind der stark verdickten Cuticula eingebettet. Der rudimentäre Fuss bildet eine bewimperte dreieckige Falte. Die Mantelhöhle ist reduziert auf eine Furche zu beiden Seiten des Fusses und eine kleine hintere Kloakenhöhle, in der rudimentäre Kiemen, After und Nierenöffnungen liegen. Die Geschlechtszellen werden durch die Nieren entleert. Grössere Ganglienhaufen an den Längsnerven. Leben im Schlamme oder auf Korallen.

Neomenia carinata (Tullb.). *Nordeurop. Meere.*

II. Formkreis. Asymmetrische Formen.

I. Ordnung. Opisthobranchia — Hinterkiemer.

Organe der linken Körperhälfte unterdrückt.

Der Kopf ist vom länglichen Rumpfe gut abgegrenzt, trägt ein Tentakelpaar und Augen hinter der Fühlerbasis. Den Mund überragt meist ein Hautsaum — Mundsegel, Fortsätze desselben bilden Lippententakel. Vorne am Rumpfe erheben sich paarige Riechfühler — Rhinophorien. Die rechte Mantelfalte ist klein (oder fehlt). Eine Schale entsteht immer während des Larvenlebens, erreicht jedoch selten namhafte Grösse und verkümmert meist. Die Kiemen liegen hinter dem Herzen. Die Kammer besitzt nur einen hinterständigen Vorhof, den eine hintere Kiemenvene speist. Den Schlundkopf bewehrt die Radula. Die Leber ist gross. Der Darm durchbohrt das Herz nicht. Der After ist rechts verschoben. Nervensystem nach dem allgemeinen Typus der Mollusken (Fig. 179) geformt. Alle Arten sind Hermaphroditen. Der Gang der unpaaren Zwitterdrüse spaltet sich in Ei- und Samenleiter und erhält oft komplizierte Anhänge (Samentasche, Uterus). Die Geschlechtsöffnung liegt vor dem After. Der Penis wird ausgestülpt.

I. Unterordnung. Tectibranchiata.

I. Gruppe. Reptantia.

Eine unansehnliche Mantelfalte überschirmt die einseitige rechte Kieme, häufig nicht vollständig. Der After liegt hinter der Kieme, oft kaum vom Mantel bedeckt. Die Mündung des einfachen ungespaltenen Zwitterganges, dahinter die Öffnung der einzigen rechten Niere stehen rechts vor dem After an der Kiemenbasis. Von der Geschlechtsöffnung zieht eine wimpernde Samenrinne zum oral geschobenen Penis. Gewöhnlich nur das rechte Parietalganglion vorhanden. Die sehr grossen Parapodien des flachsohligen Fusses sind oft dorsal aufgekrempelt.

Bulla ampulla (LAM.). — Kiebitzei. *Atlantischer Ocean, Ostindien.* Der Rumpf ist dorsal ausgezogen und spiral gewunden, der Mantel scheidet eine kugelige Schale ab. Radula mit hakenförmigen Seitenplatten.

Aplysia depilans (L.). — Gemeiner Seehase. *Mittelmeer.* Der Rumpf bleibt flach. Der Mantel überwächst die längliche biegsame Schale. Die Parapodien schlagen sich dorsal auf. 2 ohrförmige Stirnfühler, dahinter 2 Fühler mit Augen an ihrer Basis. Radula mit vielen gezähnelten Querplatten. Sondern Purpur ab.

II. Gruppe. Pteropoda — schwimmende Ruderschnecken.

Körper länglich gestreckt (Fig. 193). Die paarigen Parapodien entfalten sich unterhalb des Mundes zu breiten flügelartigen Lappen — Flossen und machen schwingende Schwimmbewegungen. Die übrigen Teile des Fusses sind schwach. Augen und Tentakel verkümmern. Der Kopfteil ist nicht abgesetzt. Der Mantel sondert eine zarte meist gerade gestreckte Schale ab. Um den Mund stehen fühlerartige Fortsätze. Mundhöhle mit Kiefer und Radula. Ösophagus lang. After vorgeschoben. Herz mit einem Vorhofe. Ein einfacher Nierensack kommuniziert mit dem Herzbeutel. Zwitterdrüse hinter dem Magen. Zwittergang mit Samenblase, Uterus, Scheide. Der Penis liegt nahe dem Kopfe. 2 statische Bläschen mit zahlreichen Statolithen.

I. Untergruppe. Pteropoda thecosomata.

Besitzen eine kalkige, hornige oder gallertig-knorpelige Schale. Kopf nicht abgegrenzt. Kleine Tentakel. Die beiden Flossen sind durch den schwachen, median vorspringenden Fuss verbunden. Kiemen vorhanden oder unterdrückt. Hauptganglien an den Schlund geschoben.

1. Familie: Hyaleidae.

Eingeweidesack und Schale bilateral symmetrisch gestreckt. Besitzen eine Kieme als faltenartige Erhebung der Leibeswand. After links. Mantelhöhle ventral.

Creseis acicula (RANG.). *Mittelmeer.* (Fig. 193).

2. Familie: Limacinidae.

Eingeweidesack und Schale links gewunden. Dorsale vorderständige Mantelhöhle. After rechts. Operculum.

Limacina arctica (Cuv.). *Nordische Meere.*

3. Familie: Cymbuliidae.

Nur die Larve trägt eine äussere Schale, später entsteht eine innere glashell gallertig-knorpelige Schale als subcutane Bildung des Mantels, sie ist deshalb vom Körperepithel überzogen. Mantelhöhle ventral. Kiemen fehlen. After links.

Cymbulia Peronii (Cuv.). *Mittelmeer.* Flossen gross. Fuss tritt frei vor. Fühler klein. Schale pantoffelförmig.

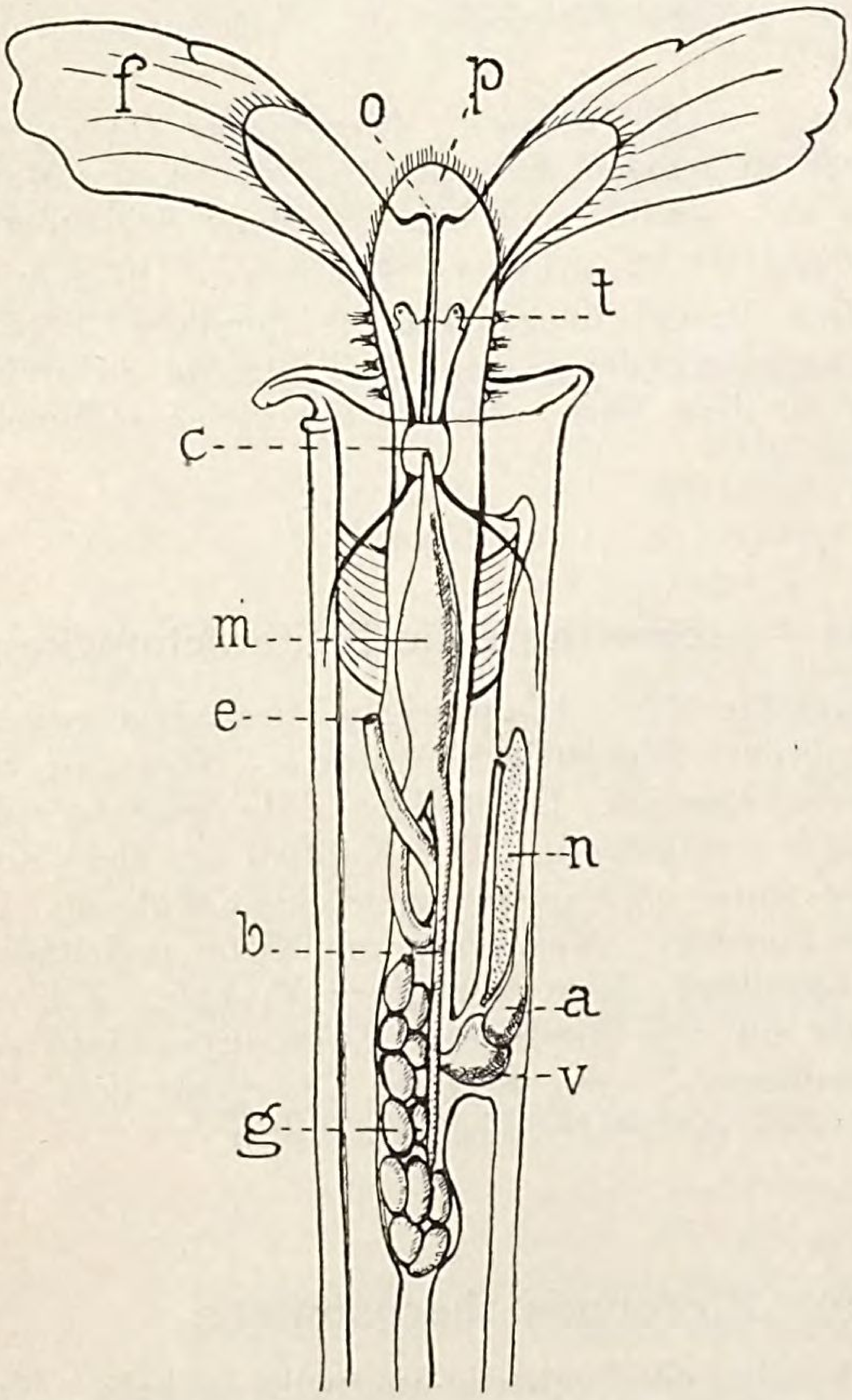


Fig. 193.
Bau eines Pteropoden, Creseis acicula. Nach Gegenbaur.

a Herzvorhof, *b* Blindsack des Darmes, *c* Gehirn, *e* After, *f* Flosse, *g* Zwitterdrüse, *m* Magen, *n* Niere, *o* Mund, *p* Mittellappen des Fusses, *t* Tentakel, *v* Herzkammer.

II. Untergruppe. Pteropoda gymnosomata.

Körper gerade gestreckt, äusserlich symmetrisch. Kopf abgesetzt. Ohne Mantel. Schale nur bei jungen Tieren. 1 oder 2 Paar kleine Tentakel mit Saugnäpfen. Fuss klein, nicht mit den Flossen verbunden. Hauptganglien besser getrennt. Rüssel vorstreckbar.

Pneumodermon violaceum (D'Orb.). *Mittelmeer.* Körper spindelförmig. Mund von einem grossen Hautlappen überdeckt, der kleine kegelförmige Fortsätze und 2 lange Tentakel trägt. 4 Kiemenanhänge am hinteren Körperende.

Clio borealis (Brug.). — Walfischspeise. *Nordische Meere.* Körperende spitz. Kiemen fehlen.

II. Unterordnung. Ascoglossa.

Die Mantelfalte ist ganz niedrig, Mantelhöhle und Kieme fehlen. Die während der Larvenzeit bestehende Schale schwindet später, dann überzieht eine flimmernde Epidermis den nackten Körper. Die Mundhöhle wirkt als Saugapparat. Oberkiefer fehlt. Die Zungenmuskelmasse ist gross, aber der freie Zungenwulst klein. Die kurze Radula trägt eine einzige Zahnplatte. Die abgenutzten Zahnplatten bleiben in einem Nebensacke der Mundhöhle liegen. Eine Ausstülpung der Speiseröhre bildet einen Saugkropf. Der Magen steht quer. Die Leber bildet eine verzweigte Lappenmasse. Den Nierensack besetzen röhrenartige Zweige. Am Samenleiter sind zwei Samentaschen (Spermatotheke und Spermatocyste) unterschieden. Der kontraktile Penis ist direkt mit dem Samenleiter verbunden. Die dicht zusammengedrängten Ganglien sind durch kurze Konnektive und Kommissuren verknüpft. Nur ein Statolith.

1. Familie: Phyllobranchidae.

Körper flach, an der Vorderseite des Kopfes ein Stirnsegel. Grosse platte Rückenpapillen. Rhinophorien lang gestreckt und tiefgespalten. Mundhöhle ist ein Saugapparat ohne Kiefer. Komplizierte Geschlechtsorgane. Doppelte Genitalöffnung.

2. Familie: Elysiadae.

Körper abgeplattet. Rumpf in laterale Lappen verbreitert. Fuss schmal. Leberverzweigungen unter der wimpernden Haut ausgebreitet. Papillen fehlen.

Elysia viridis (MONT.). — Grüne Sammetschnecke. *Mittelmeer.*

3. Familie: Limapontiadae.

Körper abgeplattet. Ohne Rückenanhänge und ohne Kiemen. Leber wenig verzweigt.

Limapontia capitata (MÜLL.). — Breitköpfige Lancettschnecke. *Nordeuropäische Meere.*

III. Unterordnung. Nudibranchiata.

Der Körper entbehrt der Mantelfalte und Mantelhöhle und verliert die Schale sehr frühe. Der Rumpf ist nicht scharf vom flachen Fuss abgesetzt. Der Kopf trägt Tentakel oder Rhinophorien und ungestielte Augen. Typische Kiemen fehlen, aber die dorsale Rumpfwand bildet respiratorische Anhänge — Atemplatten. Der After steht dorso-median oder rechts. Die eileitenden und samenführenden Äste des Zwitterganges vereinen sich in einer gemeinsamen Geschlechtskloake. Der weite Nierenschlauch treibt zahlreiche Seitentaschen. Geschlechts- und Nierenöffnungen liegen rechts vor dem After. Cerebral- und Pleuralganglien verschmelzen. Oft treten accessorische Ganglien (gastro-ösophageale, buccale Ganglien) auf.

I. Untergruppe. Nudibranchiata holohepatica.

Tentakel klein. Atemplatten (sog. Kiemen) stehen dorso-median. Die starke Mundhöhle ermangelt des Oberkiefers. After dorso-median. Leber solide Masse. Zwei Samenbehälter.

1. Familie: Dorididae.

Zahlreiche Kalkkörperchen sind der Rückenhaut eingebettet. Den dorsalen After umkränzt ein Bogen oder Kreis kontraktiler gefiederter Atemplatten. Radula breit. Rhinophorien. Nieren gross.

Doris Johnstoni (Ald. et Hanc.). — Sternschnecke. *Englische Küste.*

2. Familie: Phyllidiidae.

Zwei Reihen von Atemplatten stehen rechts und links unter der Mantelfalte. Kopf sehr klein. Mund eng. Schlundkopf ist ein Saugapparat. Radula fehlt.

II. Untergruppe. Nudibranchiata cladohepatica.

In die Atemblättchen (sog. Rückenpapillen) lagern sich Läppchen der reich verzweigten Leber ein. Mächtige paarige Oberkiefer bewehren die starke Mundhöhle. Darm kurz. Nur eine Samentasche. Statische Bläschen mit vielen Statolithen.

1. Familie: Aeolidiadae.

Körper klein, gestreckt, lebhaft gefärbt. Haut wimpernd. After dorsomedian. Mund mit Lippen. Rhinophorien ohne Scheide. Oft Nesselsäcke auf den leicht abfallenden Rückenpapillen. Zwei Paar Speicheldrüsen. Weite Nierenkammer.

Aeolidia papillosa (Cuv.). — Breitwarzige Fadenschnecke. *Nord- und Ostsee.*

2. Familie: Tethymelibidae.

Kopf sehr gross. Rhinophorien in Scheide, Rückenpapillen sehr gross ohne Nesselsäcke; neben jeder ein Kiemenpaar. Oberkiefer schwach, Radula fehlt. Mundhöhle klein. Solide Leber mit wenig Nebenlappen. After rechts.

Tethys leporina (L.). *Mittelmeer, Atlant. Ocean.*

3. Familie: Phyllirhoidae.

Körper seitlich komprimiert, blattförmig. Tentakeln, Rückenpapillen und Fuss fehlen. Lange kontraktile Rhinophorien in kurzen weiten Scheiden. Mundhöhle stark. Zunge breit. Vier cylindrische unverzweigte Leberschläuche. After und Geschlechtsöffnung in Mitte der rechten Seite. Niere einfacher Sack. Samenblase fehlt.

Phyllirhoe bucephalum (Per.). *Mittelmeer, atlant. Ocean.*

III. Formkreis. Asymmetrisch verschobene Schnecken.

Die dorsale Körperregion wird mächtig entfaltet und in einer meist rechts gewundenen Spirale asymmetrisch aufgerollt. Der Mantel scheidet eine konische Kalkschale ab, welche mit dem Grössenwachstume der dorsalen Körperzone schlauchartig und spiralig gedreht wird (Fig. 192). Der Tier-

körper füllt den ganzen Schalenraum aus, an der Schalenspitze durch einen paarigen Muskel befestigt. Nur der vordere Körperabschnitt — Kopf und Fuss kann aus dem Schalenraum vorgestreckt werden.

Der gesamte anale Organkomplex liegt an der rechten oder vorderen Rumpffläche nahe dem Kopfe, damit die vorderständige Mantelhöhle der beschalten Schnecken leicht mit Atemwasser gefüllt, die Auswurfsstoffe und Geschlechtszellen entfernt werden können. Man kann die auffallende, aus physiologischen Gründen jedoch begreifbare Verlagerung auf den einfachen symmetrischen Stiltypus des Gastropodenkreises beziehen durch die Annahme (Fig. 194, 195), dass der anale Organkomplex längs der rechten Körperseite oralwärts verschoben sei, bis der After wiederum in die Medianebene falle. Wenn man durch diese Hilfsvorstellung die Deutung und Beschreibung der asymmetrischen Gastropoden auf die symmetrische Grundform der ganzen Klasse bezieht, kann die morphologische Bezeichnung der in der oralen Mantelhöhle befindlichen Organe nicht die wirkliche Lage derselben ausdrücken. Denn die typisch rechte Kieme (k_1), rechte Niere (r_1) und rechter Vorhof stehen an der linken Seite des Tieres, so dass jeder, der nur den objektiven Thatbestand ohne den Vergleich mit anderen Schnecken darstellen wollte, diese Organe kurz als linksseitige beschreiben müsste.

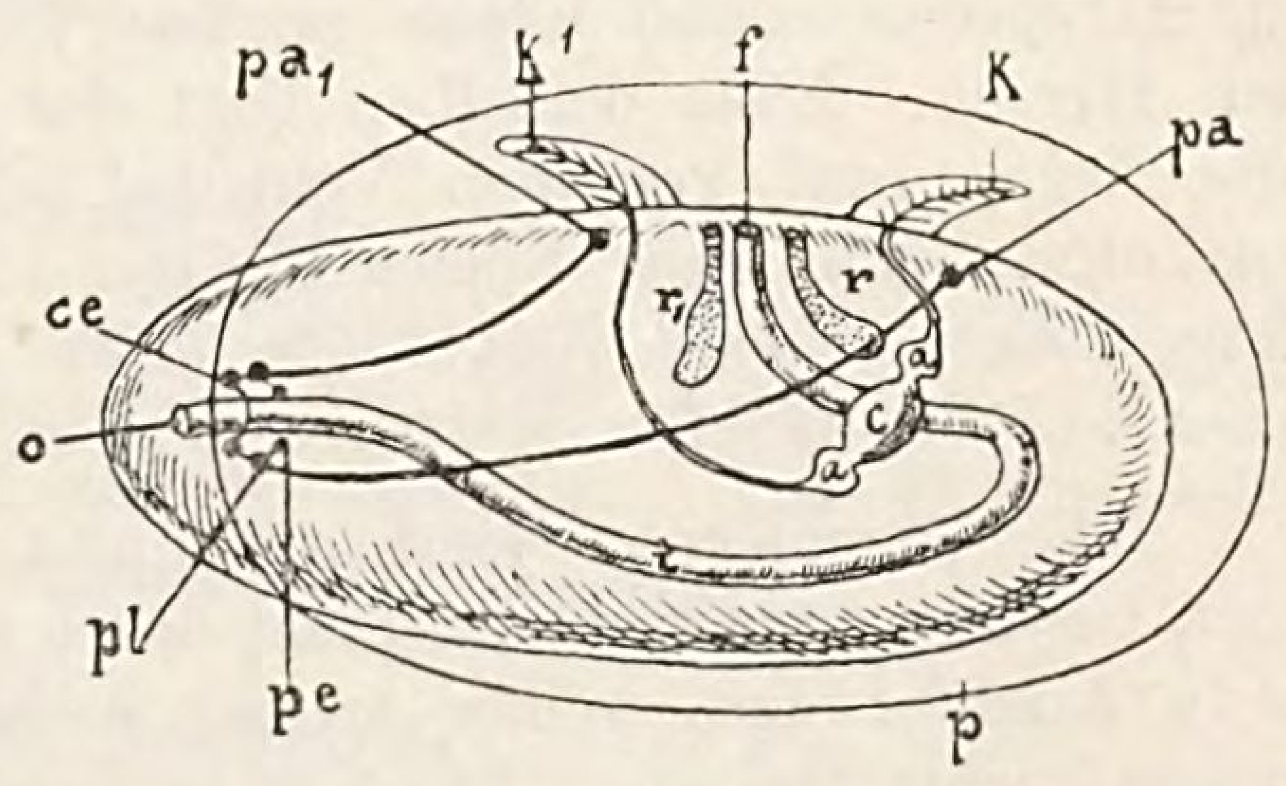


Fig. 194.

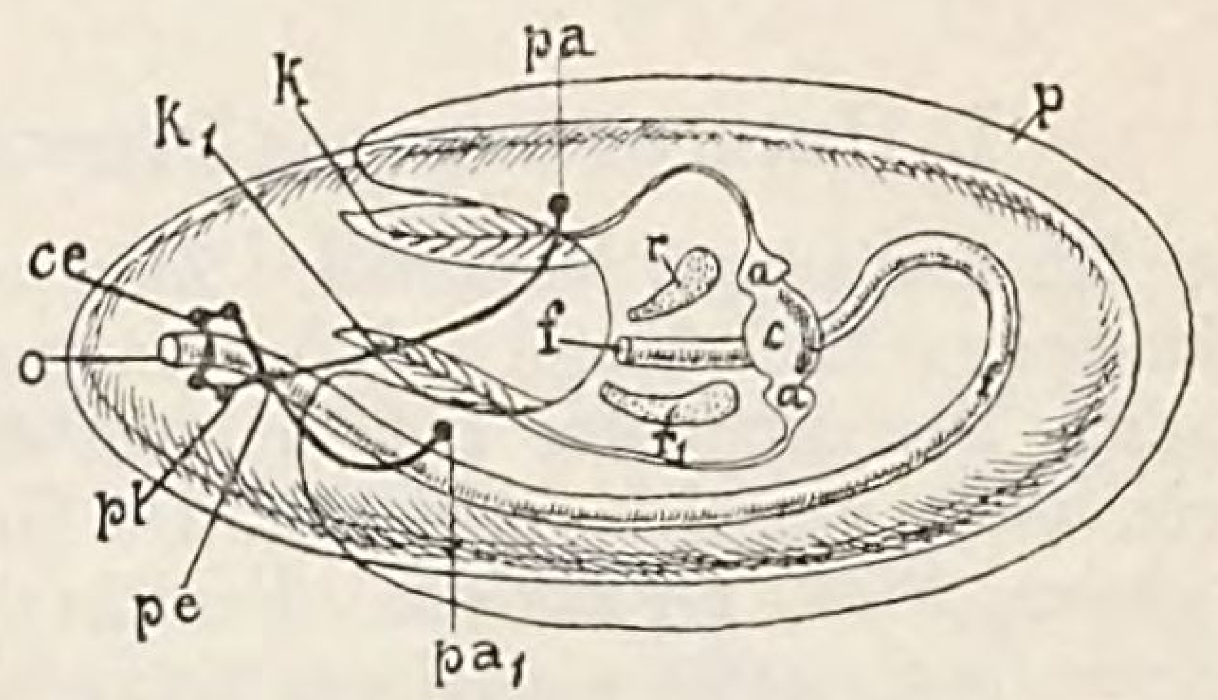


Fig. 195.

Fig. 194 u. 195: Schematische Figuren zur Erläuterung der vorderständigen Lage des Analkomplexes.

a Vorhof des Herzens, *c* Kammer, *ce* Cerebralganglion, *f* After, *k* linke, k_1 rechte Kieme, *o* Mund, *p* Mantelfalte, *pa* linkes, pa_1 rechtes Parietalganglion, *pe* Pedalganglion, *pl* Pleuralganglion, *r* linke, r_1 rechte Niere.

Die Kiemen liegen in dieser Gruppe vor dem Herzen. Der After und die typisch linke Geschlechtsöffnung stehen meist etwas nach rechts verschoben. Auch die beiden Parietalganglien sind umgekehrt gelagert und ihre zugehörigen Pleurovisceralkonnektive verlaufen gekreuzt — chiastoneures Nervensystem. Die Asymmetrie vieler Schnecken steigert sich so weit, dass die typisch linke Kieme, Niere, Geschlechtsdrüse und Vorhof vollständig unterdrückt sind.

Im spiralig abgedrehten Rumpfe zieht der Darm als eine rückläufige Schlinge (Fig. 195). Die beiden Schenkel derselben sind von der massigen Leber umhüllt, in deren Lappen am meisten dorsal die Gonade eingebettet ist. Oberhalb des Mundes erhebt sich ein Paar beweglicher Tentakel. Von den paarigen Schalenmuskeln wird der linke schwach, der rechte kräftige Muskel — Spindelmuskel zieht an der rechten Seite des Rumpfes empor. Der Mantelrand zieht sich oft einseitig in einen langen röhrenförmig eingerollten Lappen — Sipho aus, welcher Atemwasser in die Mantelhöhle leitet.

I. Ordnung. Prosobranchia — Vorderkiemer.

Die Larven sind anfangs bilateral symmetrisch, später tritt die Asymmetrie der rechten Körperhälfte auf. Der Kopf ist deutlich abgesetzt und trägt als Tastorgane einfache kontraktile Ausstülpungen der Körperwand: Tentakeln und hohle Tragstiele der Augen. Der platte Fuss besitzt eine grosse Kriechsohle. Der Mund liegt an einer in den Körper rückziehbaren Schnauze oder einem Rüssel. Der Eingeweidesack zieht in rechts gewundener Spirale. In die vorderständige grosse Mantelhöhle ragt meist eine linke (typisch rechte) Kieme an der Vorderfläche des Eingeweidesackes vor dem Herzen. Nahe derselben liegt das Osphradium. Kiemenvene und Vorhöfe liegen oral vor dem Ventrikel. Die Wand der Mundhöhle ist stark muskulös. Ein Paar Speicheldrüsen. Magen weit. Der Darm bildet im Eingeweidesack eine rückläufige etwas spiralig gedrehte Schlinge, die zum After auf der rechten Körperseite zieht. Leber sehr gross.

Die Geschlechter sind getrennt. Die Gonaden: Hoden bezw. Eierstock besitzen ganz einfache, nicht durch accessorische Drüsenbildungen komplizierte Ausführwege, welche an der rechten Körperseite münden. Der Penis springt rechts frei vor. Die Schale kann bei fast allen durch das Operculum verschlossen werden. (Wenige Arten verlieren später das Operculum.)

I. Unterordnung. Prosobranchia diotocardia.

Herz mit zwei Vorhöfen. Zwei oder eine zweizeilig gefiederte Kieme, deren Spitze frei hängt. Maul kontraktil, nicht rüsselartig. Zahnreiche Radula. Der Enddarm zieht mitten durch die Herzkammer. Nierensäcke paarig, häufig ungleich entwickelt. Die Geschlechtszellen werden vielfach durch die rechte Niere ausgeleitet. Penis fehlt. Das Nervensystem weist keine Pedalganglien, sondern zwei symmetrische mit Ganglien belegte Nervenstränge im Fusse auf. Epipodium des Fusses vorhanden. Statische Bläschen mit vielen Statolithen.

I. Gruppe. Aspidobranchia.

Rumpf niedrig gewunden. Fuss gross. Schale napfförmig oder spiralig. Radula trägt mehr als sieben Plattenreihen, denen sich jederseits noch zahlreiche Plättchen fächerförmig anschliessen.

A. Fissobranchiata.

Zwei symmetrische vollkommen frei hängende Kiemen. Mantel und Schale durchlocht oder am Rande geschlitzt. Ohne Deckel. Grosser Fuss. Zwei Schalenmuskeln. Schnauze kurz.

1. Familie: Fissurellidae.

Fissurella graeca (Lam.). — Schlitzschnecke. *Mittelmeer.* Die kurze Mantelhöhle und ihre Organe liegen symmetrisch an der oralen Rumpffläche. Schale napfförmig, symmetrisch. Mantel und Schale besitzen

ein dorsales Loch, durch das Wasser und Kot ausströmt. Die kleine linke Niere kommuniziert nicht mit dem Herzbeutel.

2. Familie: Haliotidae.

Haliotis tuberculata (L.). — Gemeines Seeohr. *Mittelmeer.* Körper flach, hinten schwach gewunden. Fuss seitlich gefranzt. Rechter Schalenmuskel mächtig, linker schwach. Mantelhöhle und ihre Organe links verschoben. Schale ohrförmig. Löcher zum Eintritte des Wassers durchbohren den linken Mantel- und Schalenrand. Nur eine linke (typisch rechte) Kieme vorhanden und längs einer bedeutenden Strecke festgewachsen. Augen auf kurzen Tragstielen.

B. Scutibranchia.

Nur eine linke (typisch rechte) zweizeilig gefiederte Kieme. Mantel nicht durchlocht. Deckel meist vorhanden. Schnauze nicht rückziehbar. Linkes Atrium liegt vor, rechtes Atrium hinter der Kammer. Die Kammerachse steht senkrecht zum durchbohrenden Darm.

1. Familie: Neritidae.

Neritina fluviatilis (L.) — Flussschwimmschnecke. *Europa.* Kieme stark rechts verschoben. After nahe dem rechten Rande der Mantelspalte. Operculum kalkig. Schale halbkugelig mit wenig Windungen.

2. Familie: Trochidae.

Trochus niloticus (Lam.). — Nil-Eckmund. *Indischer Ocean.* Rudiment einer rechten Kieme. Körper und Schale kreiselförmig mit eckigen Windungen. Deckel hornig. Zwei lange Tentakel. Fadenförmige Anhänge des Fusses. Rüssel kurz.

Turbo marmoratus (L.). — Marmorierte Kreiselschnecke. *Indischer Ocean.* Schale kreiselförmig mit rundlichen Windungen. Deckel kalkig.

II. Gruppe. Cyclobranchia (Docoglossa).

Rumpf konisch. Kopf klein. Fuss gross, flach ohne Seitenlappen und Deckel. Augen an der Basis der dünnen Tentakel. Schale napfförmig. Mantelhöhle und Kiemen fehlen. Ein Kranz kleiner Atemblättchen unter dem Mantelrand umgiebt fast den ganzen Rumpf. Penis fehlt. Auf der Zunge liegen hornige Balken in regelmässigen Längsreihen, ihr Vorderende trägt einen dicken Zahn. Zungenscheide sehr lang. Der Enddarm durchbohrt das Herz nicht. Nur ein Vorhof. Zwei Nieren an der rechten Seite des Perikard. After merklich nach rechts verschoben.

Patella vulgata (L.). — Gemeine Napfschnecke. *Europ. Meere.*

II. Unterordnung. Prosobranchia monotocardia (Pectinibranchia).

Herz mit einem Vorhofe (der hintere, typisch linke fehlt). In der Mantelhöhle ist nur eine (typisch rechte) einzeilig gefiederte Kieme, welche

aus zahlreichen parallel wie die Zähne eines Kammes gestellten Blättchen besteht, am Mantel festgewachsen. An ihrer linken Seite liegt das Osphradium, ein fadenförmiger oder zweizeilig gefiederter Anhang (— sog. falsche Kieme). Der Rumpf ist meist hoch spiralig gewunden, ebenso die Schale. Der Fuss besitzt ein schwaches Epipodium und trägt hinten ein kalkiges oder horniges Operculum. Der Mantelrand zieht sich in einen linken rinnenartig gekrümmten Fortsatz — Sipho aus, dessen Flimmerepithel Atemwasser in die Mantelhöhle leitet. Augen selten auf Stielen. Der Mund steht auf einem rückziehbaren Rüssel. Mundhöhle schwach. Zahnarme Radula. Der Enddarm durchbohrt das Herz nicht. Da die rechte (typisch linke) Hälfte der Mantelhöhle sehr klein ist, liegt der After ihrer rechten Wand benachbart, flankiert von den beiden Nierenöffnungen. Nur die linke (typisch rechte) Niere, auf der rechten Seite des Perikards liegend, übt exkretorische Funktion; die rechte Niere dient als Geschlechtsleiter. Von der männlichen Geschlechtsöffnung rechts nahe dem After zieht eine Wimperfurche der Haut gegen den Penis, der auf der rechten Kopfseite vorspringt.

I. Gruppe. Ptenoglossa.

Kurze breite Radula mit vielen Längsreihen kleiner hakenförmiger Seitenzähne ohne Mittelzähne. Kein Sipho.

Scalaria communis (LAM.). — Unechte Wendeltreppe. *Mittelmeer.* Schale turmförmig, Mantel mit kleiner Siphonalbucht. Fuss klein. Augen an Fühlerwurzel. Deckel hornig. Rüssel kurz. Sondern Purpursaft ab.

Solarium perspectivum (LAM.). — Gemeine Perspektivschnecke. *Ostindien.* Schale scheibenförmig. Fuss klein. Rüssel lang, dünn. Augen an Fühlerwurzel.

Janthina fragilis (LAM.). — Veilchenschnecke. *Atlant. Ocean, Mittelmeer.* Schale dünn durchscheinend, Fuss klein, sein Hinterende (sog. Floss) blasig, ohne Deckel. Kiemen meist aus der Schale vorgestreckt. Schnauze lang. Augen fehlen, Tentakel kurz, dünn. Sondern Purpursaft ab.

II. Gruppe. Rachiglossa.

Radula schmal in langer Scheide, trägt eine breite Mittelzone und zwei seitliche Reihen spitzer Zahnplatten. Schwache Kiefer. Sipho. Horniges Operculum. Langer Rüssel. Doppelfiedriges Osphradium stark entfaltet.

Murex brandaris (L.). — Brandhorn. *Mittelmeer.* Stachelige Schale. Schalenmündung in langen Kanal verlängert. Fuss breit. Rüssel mässig lang. Augen am Fühlergrund. Sipho lang. Die Hypobranchialdrüse sondert Purpursaft ab.

Purpura patula (K.) — Weitmund. *Mittelmeer.* Schale eiförmig, Mündung weit, Kanal kurz. Fühler spitz.

Buccinum undatum (L.). — Wellhorn. *Nordsee.* Schale eiförmig, Mündung gross, Augen an Fühlerwurzel. Fuss breit. Kanal ganz kurz.

Oliva porphyrea (Lam.) — Porphyrwalze. *Brasilien.* Schale länglich eiförmig, fast cylindrisch, Rüssel kurz. Der grosse dreieckige Fuss bedeckt teilweise die Schale. Deckel fehlt. Fühler lang. Augen an Fühlermitte.

Harpa ventricosa (Lam.). — Davidsharfe. *Ostindien.* Schale aufgetrieben, längs gerippt. Deckel fehlt. Fuss sehr gross. Radula sehr klein.

Mitra papalis (Lam.). — Papstkrone. *Ostindien.* Schale spindelförmig. Sipho kurz. Fuss klein, breit. Rüssel sehr lang. Seitenplatten der Radula sehr breit mit vielen kleinen Zähnen.

Voluta musica (L.). — Notenschnecke. *Westindien.* Schale eiförmig, Mündung weit. Fuss gross, dreieckig oder rund. Mantel bedeckt teilweise das Gehäuse. Rüssel klein. Sipho lang. Deckel fehlt. Radula mit einer einzigen Zahnreihe.

III. Gruppe. Toxiglossa.

Lange schmale Radula mit zwei seitlichen Längsreihen hohler pfeilförmiger Zähne, ohne mittlere Zahnreihe. Jede Zahnplatte ist durch einen langen Muskelfaden beweglich. Das Sekret der unpaaren Giftdrüse, deren langer Ausführgang in die Mundhöhle mündet, fliesst durch die hohlen Zähne in die Beute. Osphradium höher entfaltet.

Conus marmoreus (L.). — Marmorkegel. *Asiat. trop. Meere.* Gehäuse kegelförmig. Lange schmale Schalenmündung. Deckel klein, hornig. Sipho kurz, dick. Fuss lang, schmal. Langer dicker Rüssel, zurückziehbar. Augen an Fühlern.

Terebra maculata (Lam.). — Gefleckte Schraubenschnecke. *Südsee, Molukken.* Schale hochgestreckt. Mündung klein. Kanal kurz. Fuss kurz. Kleiner horniger Deckel. Tentakel sehr klein. Rüssel mässig. Sipho kurz.

Pleurotoma babylonica (Lam.). — Turmschnecke. *Indischer Ocean.* Schale lang gewunden, Mündung länglich. Aussenrand mit Spalt. Rüssel mässig gross, zurückziehbar. Augen am Fühlergrund. Sipho lang.

Cancellaria reticulata (Lam.). — Gemeine Gitterschnecke. *Südl. atlantischer Ocean.* Schale eiförmig. Fuss klein, dreieckig, Deckel fehlt. Schnauze kurz ohne Rüssel. Augen am Fühlergrund. Fühler weit entfernt.

IV. Gruppe. Taenioglossa.

Lange schmale Radula mit einer medianen und je drei lateralen Reihen plattenförmiger Zähne. Zwei seitliche Kiefer. Mundkegel nicht einziehbar. Ohne Sipho. Zwei Fühler mit zwei Augen. Darmkanal kurz. Pleuralganglien von den Pedalsträngen isoliert und den Cerebralganglien verwachsen. Lange Cerebropedalkommissuren, kurze Pleuropedalkommissuren. Osphradium höher entfaltet. Perikardialdrüsen fehlen.

Paludina vivipara (Lam.). — Sumpfschnecke. *Nord- und Mitteleuropa.* Körper rund, hoch gewunden. Schale dünn. Fuss gross, abgestutzt. Deckel hornig. Sipho kurz. Zwei spitze Fühler. Augen auf kurzen Stielen. Schnauze lang.

Litorina litorea (L.). — Gemeine Uferschnecke. *Europäische Küste.* Schale eiförmig, horniger Deckel. Augen am Fühlergrunde. Fuss dick. Kleine Siphonalbucht.

Melania amarula (LAM.). — Schwarzschnecke. *Ostindien.* Schale turmförmig, Stacheln an den Windungen, dicke dunkle Epidermis. Schnauze kurz. Augen nahe Fühlerbasis. Fuss mässig gross, dreieckig. Mantelrand gezackt.

Cerithium vulgatum (BRUG.). *Mittelmeer.* Schale hoch gewunden. Schnauze lang. Augen nahe Fühlerbasis. Fuss klein, breit. Mantel mit kleiner Siphonalbucht.

Turritella terebra (L.). *Europ. Meere.* Schale lang gewunden. Mantelrand gefranzt. Fuss kurz. Augen am Fühlergrund. Schnauze mässig.

Vermetus triquetrus (PHIL.). — Wurmschnecke. *Mittelmeer.* Der verlängerte Körper wächst anfangs in einer eng gelegten Spirale, aber später in aufgelösten Windungen. Deckel hornig, rund. Fuss klein. Das Tier befestigt seine Schale an anderen Gegenständen.

Calyptraea equestris (CHENU.). — Zipfelschnecke. *Philippinen.* Rumpf nicht spiralig gewunden. Schale flach kegelförmig. Grosse Mantelhöhle, langes fadenförmiges Kiemenblatt. Deckel fehlt. Schnauze verlängert. Augen am Grunde der Fühler. Gedrungenes Nervensystem.

Natica josephina (RISSO). — Nabelschnecke. *Mittelmeer.* Sehr grosser Fuss, grosser Vorderlappen. Fuss und Mantel schlägt sich fast über die ganze Schale. Langer Rüssel. Cerebropedal- und Pleuropedalkommissuren verkürzt. Schale kugelig, wenig gewunden.

A. Taenioglossa siphonostomata.

Mantel mit Sipho und deshalb Mündung der Schale mit einem Ausschnitt oder Kanal für den Sipho. Rüssel meist vorstülpbar. Deckel hornig. Niere gross. Mitteldarm kurz. Pleuralganglien sind von Pedalsträngen abgelöst und den Cerebralganglien genähert oder verschmolzen. Cerebropedal- und Pleuropedalkommissuren lang.

Cypraea moneta (L.). — Kauri. *Indischer, stiller Ocean.* Schale eiförmig eingerollt, Gewinde ganz eingeschlossen. Mündung lang. Ohne Deckel. Schnauze kurz. Mantel umhüllt den grössten Teil der Schale. Augen an Fühlern. Rudiment eines rechten Vorhofes. Kiemenhöhle sehr gross. Darm kurz. Fuss breit. Sipho kurz.

Strombus gigas (L.). — Riesenflügelschnecke. *Westindien.* Rand der Schale ausgebreitet mit Ausschnitt rechts neben dem Siphokanal. Schmaler Horndeckel. Grosse Augen auf dicken Stielen. Fühler dünn, mit den Augenstielen verwachsen. Fuss klein. Osphradium fadenförmig geschlängelt. Rüssel lang.

Cassis cornuta (LAM.). — Sturmhaubenschnecke. *Ostindien.* Schale bauchig, Gewinde kurz, Mündung eng. Rüssel lang. Fuss gross.

Dolium galea (LAM.). — Grosse Tonnenschnecke. *Mittelmeer.* Schale bauchig mit Rippen, Mündung weit. Rüssel riesig. Zwei grosse derbe Kiefer. Speicheldrüsen sondern Schwefelsäure ab. Pleural- und Cerebralganglien verschmolzen. Fuss sehr gross, Deckel fehlt. Kleine Augenstiele. Gedrungenes doppelfiedriges Osphradium.

Tritonium Tritonis (Cuv.). — Tritonshorn. *Indischer Ocean.* Schale spindelförmig, Windungen mit Wülsten. Grosser retraktiler Rüssel. Pedalganglien lang gestreckt. Osphradium gedrungen doppelfiedrig. Augen an den Fühlern.

B. Landbewohnende Taenioglossa.

Kiemen fehlen. Die Mantelhöhle wird mit Luft gefüllt. Das stark entfaltete Gefässnetz der Mantelhöhlenwand dient der Luftatmung. Deckel fehlt. Zwei nicht rückziehbare Tentakel. Radula mit einer mittleren und drei seitlichen Zahnreihen.

Cyclostoma elegans (Drap.). — Kreismundschnecke. *Deutschland.* Schale kegelförmig. Mündung kreisrund.

C. Heteropoda — Kielschnecken.

Freischwimmende Taenioglossen (Fig. 196), deren Rumpf klein ist, während der Fuss einen mächtigen Schwimmlappen darstellt. Das Pro- und Mesopodium

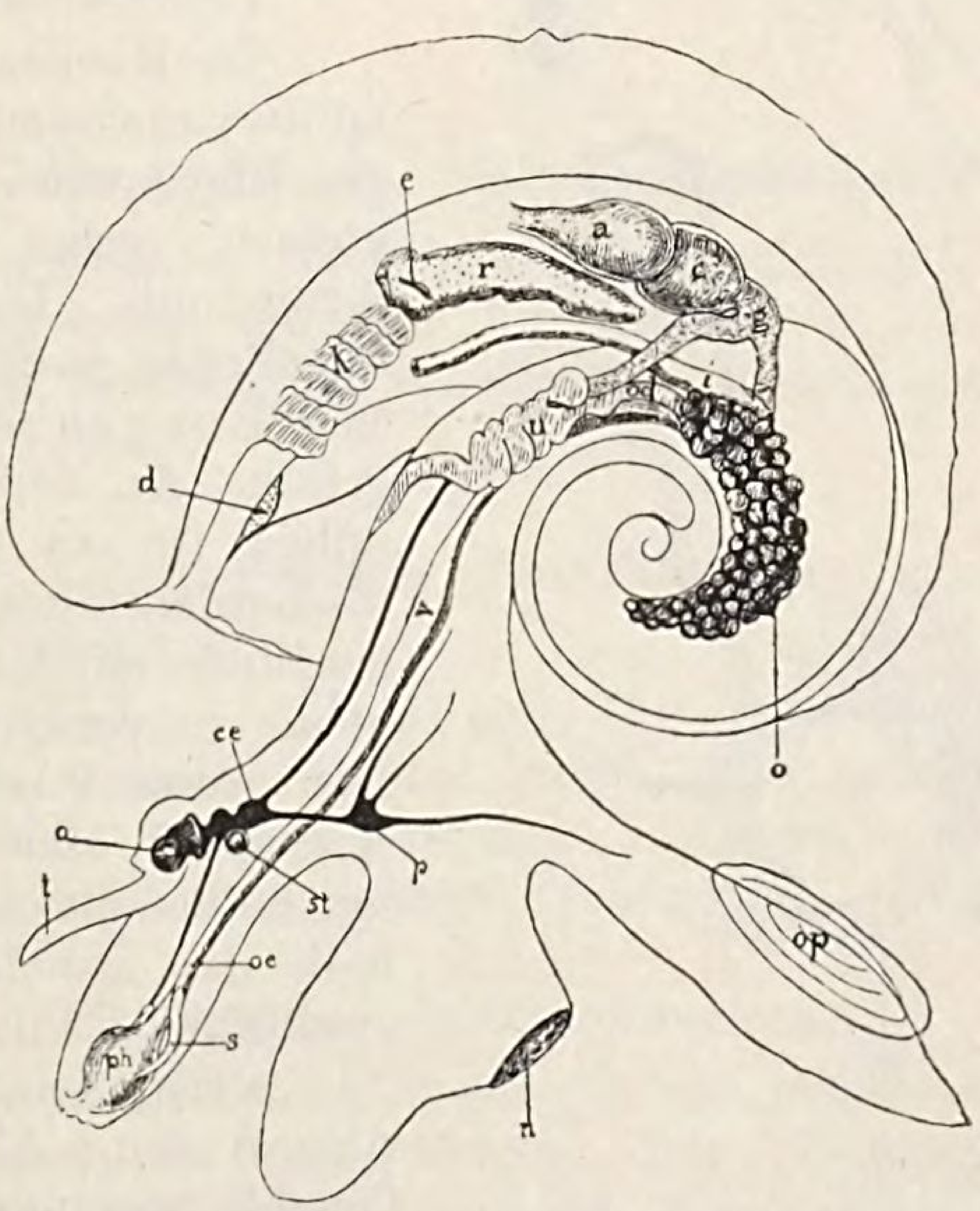


Fig. 196.

Längsschnitt durch einen Heteropoden, Atlanta Peronii. Nach Gegenbaur.
a Vorhof, *c* Herzkammer, *ce* Cerebralganglion, *d* Osphradium, *e* Nierenöffnung, *i* Darm. *k* Kieme, *n* Rudimentäre Kriechsohle als Saugnapf wirkend, *o* Gonade, *o* Auge, *od* Ovidukt, *oe* Speiseröhre, *op* Operculum, *p* Pedalganglion, *ph* Mundhöhle, *r* Niere, *s* Speicheldrüse, *st* Statolithenbläschen, *t* Tentakel, *u* Uterus, *v* Magen.

bildet einen schmalen senkrechten Kielfuss mit ventralem Saugnapfe. Der Leib ist gallertig durchsichtig. Der Mantel scheidet eine zarte Schale ab. Am Vorderende steht ein Tentakel- und ein Augenpaar. Der Mund liegt auf einem cylindrischen Rüssel. Die kräftige Mundhöhle mit Radula und dicken Kiefern. Pleuropedalganglien verschmolzen; Kiemen und Vorkammern vor dem Herzen. Geschlechter getrennt. Schwimmen auf dem Rücken, den Kielfuss nach oben gerichtet.

Atlanta Peronii (Les.). *Mittelmeer.* Das Tier kann sich ganz in die spiralige Schale zurückziehen und dieselbe durch das Operculum auf dem schwanzartig verlängerten Fusse schliessen. Kiemen in der Mantelhöhle, After neben Kiemen. Saugnapf bei beiden Geschlechtern (Fig. 196).

Carinaria mediterranea (Pér. und Les.). *Mittelmeer.* Die kleine mützenförmige Schale bedeckt kaum den Eingeweidesack. Das Metapodium ist ein langer Schwanz. Saugnapf in beiden Geschlechtern. Kiemen stehen frei.

Pterotrachea coronata (Forsk.). *Mittelmeer.* Schale fehlt. Kiemen stehen frei an der Hinterseite des kleinen Eingeweidesackes, After dorsal. Saugnapf nur bei Männchen. Tentakel fehlen.

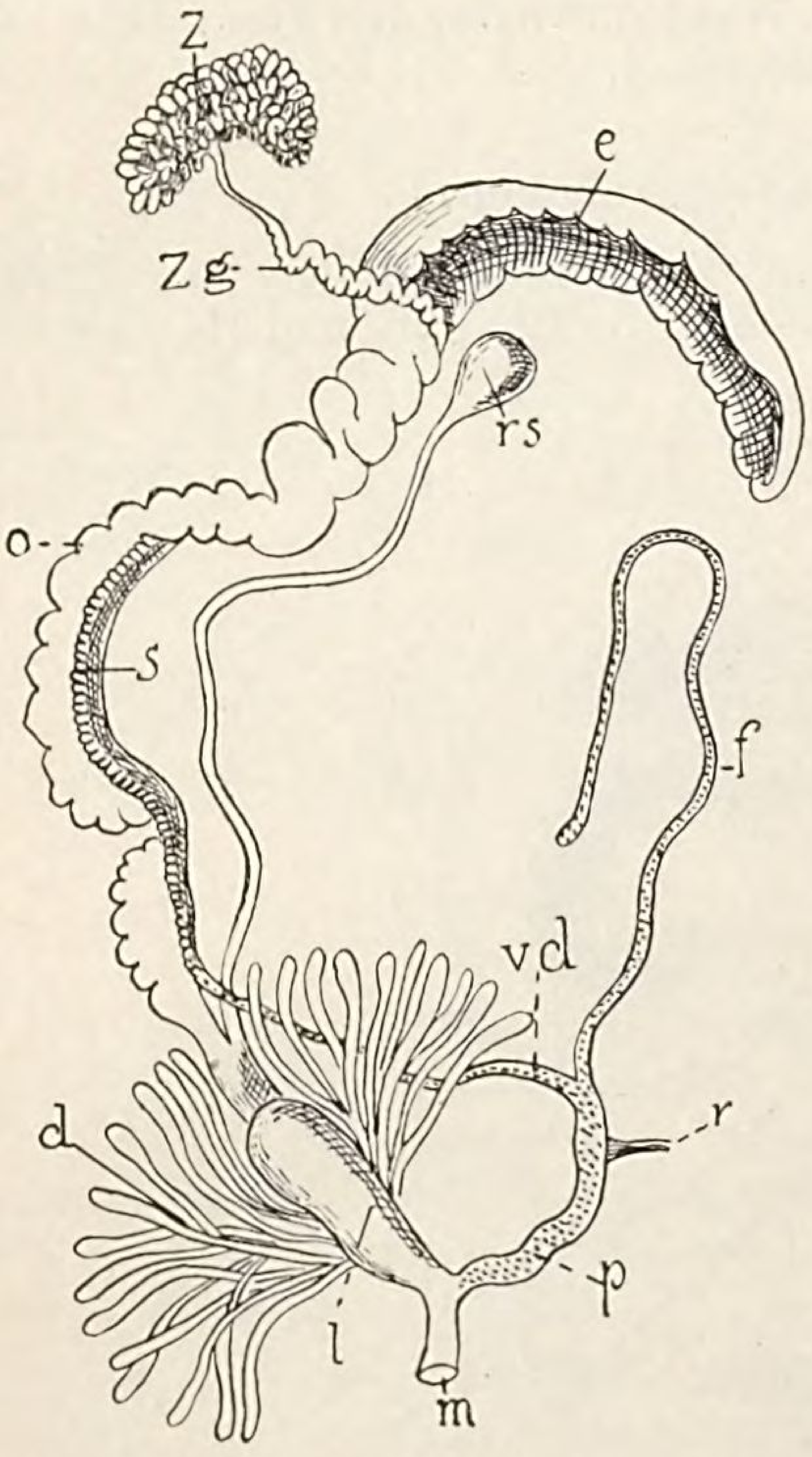


Fig. 197.
Die hermaphroditen Geschlechtsorgane der Weinbergsschnecke, Helix pomatia. Nach Vogt und Jung.
d fingerförmige Drüsen, *e* Eiweissdrüse, *f* Flagellum, *l* Liebespfeilsack. *m* äussere Geschlechtsöffnung, *o* Eileiter, *p* Penis, *r* Retractor Penis, *rs* Samentasche, *s* Samenrinne, *vd* Vas deferens, *z* Zwitterdrüse, *zg* Zwittergang.

II. Ordnung. Pulmonata — Lungenschnecken.

Die Kiemen fehlen. Die Mantelfalte verwächst mit der vorderen Fläche des Eingeweidesackes bis auf einen kleinen, rechts liegenden Spalt — Atemloch. Die auf diese Weise sackförmig geschlossene Mantelhöhle (sog. Lungenhöhle) wird mit Luft gefüllt. An der dorsalen Decke derselben ist ein respiratorisches Gefässnetz entfaltet, um den Gaswechsel des Blutes mit der Luft in der Mantelhöhle zu vermitteln. Schale dünn. Der grosse Fuss besitzt eine flache Kriechsohle ohne Operculum. Radula mit Reihen gleichartiger Zähne. Oberhalb des Mundes stehen ein oder zwei Paar Fühler mit Augen.

Alle Arten sind Hermaphroditen. Als Beispiel möge der Geschlechtsapparat der Weinbergsschnecke dienen (Fig. 197).

Der Ausführgang — Zwittergang (*zg*) der unpaaren Zwitterdrüse (*z*) teilt sich rasch in zwei Wege für die weiblichen und männlichen Geschlechtszellen: Oviduct (*o*) und Samenrinne (*s*) und Vas deferens (*vd*), welche getrennte oder eine gemeinsame Öffnung (*m*) an der Körperwand besitzen. An dem weiblichen Gange hängen accessorische Drüsen: Eiweissdrüse (*e*) und ein Büschel cylindrischer Schleimdrüsen (*d*), ein muskulöser Sack — Liebespfeilsack (*l*), der einen kalkigen Pfeil absondert und vor der Begattung in die Haut des kopulierenden Tieres schiesst, ferner eine Samentasche — Receptaculum seminis (*rs*). Am männlichen Gange hängt ein Drüsenschlauch

— Flagellum (*f*). Der Endabschnitt des Vas deferens kann als Begattungswerkzeug — Penis ausgestülpft werden. Die Geschlechtsöffnung liegt rechts ausserhalb der Mantelhöhle.

Ein typisch rechter Vorhof liegt oral vor der Kammer. Ein typisch rechter Nierensack liegt hinter der Mantelhöhle und mündet rechts neben dem Atemloche. Der Enddarm streicht längs der rechten Wand der Atemhöhle. Der After fällt ins Atemloch. Die Visceralkonnektive sind nicht gekreuzt. Direkte Entwickelung.

I. Unterordnung. Basommatophora.

Die Augen liegen an der Basis solider kontraktiler, aber nicht einstülpbarer Tentakel. Die männlichen und weiblichen Gänge der Zwitterdrüse münden an weit entfernten Stellen.

Lymnaeus stagnalis (L.). — Teichhornschnecke. *Europa, Nordasien, Nordamerika.* Schale hornig, dünn.

Planorbis corneus (L.). — Tellerschnecke. *Europa.* Flach gelegte Windungen der Schale.

II. Unterordnung. Stylommatophora.

Die Augen sitzen hohlen einstülpbaren Tentakeln auf. Vor den Augenstielen stehen paarige kurze, retraktile Lippententakel. Die männlichen und weiblichen Gänge der Zwitterdrüse münden durch einen gemeinsamen Kanal — Geschlechtskloake.

1. Familie: Helicidae.

Schale wohl ausgebildet.

Helix pomatia (L.) — Weinbergschnecke. *Deutschland.* Grosser Eingeweidesack rechts spiral gewunden, entsprechend geformte Schale. Eine Seitentasche des Eileiters bildet den kalkigen Liebespfeil. Schliesst im Herbst die Schalenmündung durch eine kalkige Sekretplatte — Epiphragma.

2. Familie: Nacktschnecken.

Der Eingeweidesack ist nicht ausgezogen und nicht vom Fusse abgesetzt. Der Mantel überwächst die kleine Schale. Die kleineren Tentakel liegen unter dem Munde, die grösseren Augenstiele stehen hinter ihnen.

Limax agrestis (L.). Ackerschnecke. *Deutschland.* Die kleine Schale ist eine rundliche Platte, im Mantel eingeschlossen.

Arion empiricorum (Fer.). — Wegschnecke. *Deutschland.* Einzelne Kalkplättchen im Mantel dauern als Schalenrudiment.

3. Familie: Onchididae.

Lange schmale Lungenschnecken, welche nur in der frühesten Jugend eine Schale und Deckel besitzen, später nackt sind. Lungenöffnung am hintern Ende des Mantels. Die weibliche Geschlechtsöffnung nahe dem After, die männliche weit vorgerückt am Kopfe.

Onchidium (Buch.).

V. Typus.

Echinodermata — Stachelhäuter.

Alle Echinodermen entwickeln sich aus der sphärischen Grundgestalt der bilateral symmetrischen Gastrula (I. T., p. 157), aber erhalten in früher Jugendzeit fünfstrahliges Gepräge, indem fünf meridionale Zonen des sphärischen Körpers durch Ausbildung besonderer Organe eigenartig charakterisiert werden. Man nennt diese Zonen radial und die zwischen zwei radialen Streifen eingeschobenen Bezirke interradial. Das fünfstrahlige Gepräge drückt sich selten in der ganzen Tierform, meistens an den in oder

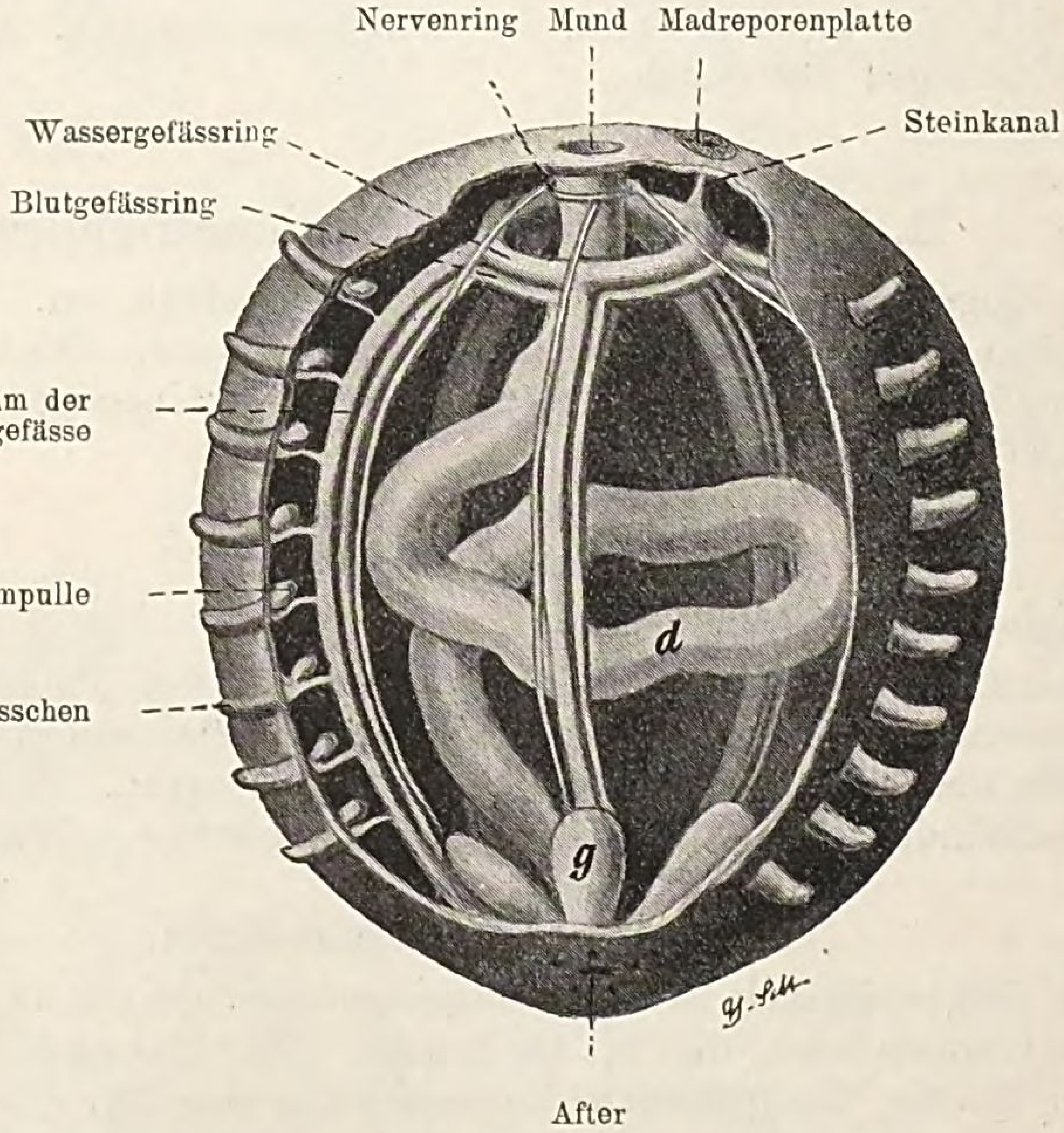


Fig. 198.
Schematische Darstellung des Baues der Echinodermen.
d Darm, *g* Gonade.

nahe der Körperwand ziehenden Organen aus. Der Darm ist nur bei wenig Arten radiär gebuchtet und die grosse Leibeshöhle bleibt stets ein einfacher Hohlraum.

Die Körperwand ist aus inneren starken Muskelzügen und äusseren dicken Bindegewebsschichten gefügt und von einschichtigem Epithel bedeckt. In ihrer bindegewebigen Zone entstehen gitterartige Kalkplatten, die Elemente eines mächtigen Hautskeletes, das bei der grössten Mehrzahl der Echinodermen sich zu einem wahren Kalkpanzer entfaltet, indem

die einzelnen Kalkplatten an einander stossen und eine der Haut eingebettete, von dem Körperepithel bedeckte Kalkschale bilden. Die Anordnung der Panzerplatten folgt streng dem fünfstrahligen Typus (Fig. 201). Ihre Aussenfläche bleibt teils eben, teils wird sie höckerig, teils ziehen sich die Höcker in lange, starre oder bewegliche Kalkstacheln (Fig. 199) aus.

Die Körperwand der fünf radialen Zonen bildet ausserdem paarige Reihen kleiner konischer hohler, mit einer Saugscheibe endender Fortsätze — Füsschen, oder Ambulakralfüsschen (Fig. 198, 199, 205) auf ihrer Aussenfläche. Sie dienen als Bewegungsorgane der kriechenden oder kletternden Tiere und werden ausgestreckt oder eingezogen, je nachdem das Tier sie mit Flüssigkeit schwellt oder entleert. Deshalb treten in die Ambulakralfüsschen kleine Zweige eines nur den Echinodermen zukommenden Wassergefässsystemes. Wie die Insekten das geschlossene Tracheennetz ihres Körpers mit Luft füllen, so saugen die Stachelhäuter das umgebende Medium, nämlich Wasser in ein besonderes Wassergefässnetz. Dasselbe entsteht jedoch nicht durch Einstülpung epithelialer Schläuche der Epidermis, wie die Tracheen, sondern spaltet sich von der Leibeshöhlenwand ab und nimmt rasch fünfstrahligen Typus an. Nahe dem Munde (Fig. 198, 205) schliesst es eine centrale fünflappige Rosette — Wassergefässring und entsendet fünf radiale Hauptstämme längs der ambulakralen Zonen der Leibeswand. Letzteren entsprossen viele Paare von kleinen blinden Seitenzweigen — Füsschenkanäle, die in die hohle Achse der Ambulakralfüsschen dringen. Nahe ihrem Ursprunge vom radialen Hauptstamme sind die Füsschenkanäle erweitert und bilden kleine kontraktile Säckchen — Ampullen, deren Flüssigkeitsinhalt ausreicht, um bei der Kontraktion der Ampullenwand die Füsschenkanäle prall zu füllen und so die Füsschen zu schwellen. Besondere Klappen an den Seitenzweigen der Hauptstämme machen das Spiel der sich füllenden und entleerenden Füsschen unabhängig vom Inhalt der Hauptkanäle. Nur an einer Stelle (Fig. 198, 205) ist das Wassergefässsystem nach aussen geöffnet: dort, wo ein vom oralen Hauptgefässring abgehender Stamm — Steinkanal an die Haut tritt und an einer siebförmig durchlochten Platte — Madreporenplatte des Hautskeletes mündet. Hier wird das Meerwasser eingesogen, das im Gefässsystem selbst durch das überall verbreitete Flimmerepithel der Gefässwand bewegt wird. An dem Hauptringe hängen fünf grosse Blasen — Polische Blasen (Fig. 204). Die Wassergefässe verrichten nicht bloss lokomotorische, sondern auch respiratorische Dienste.

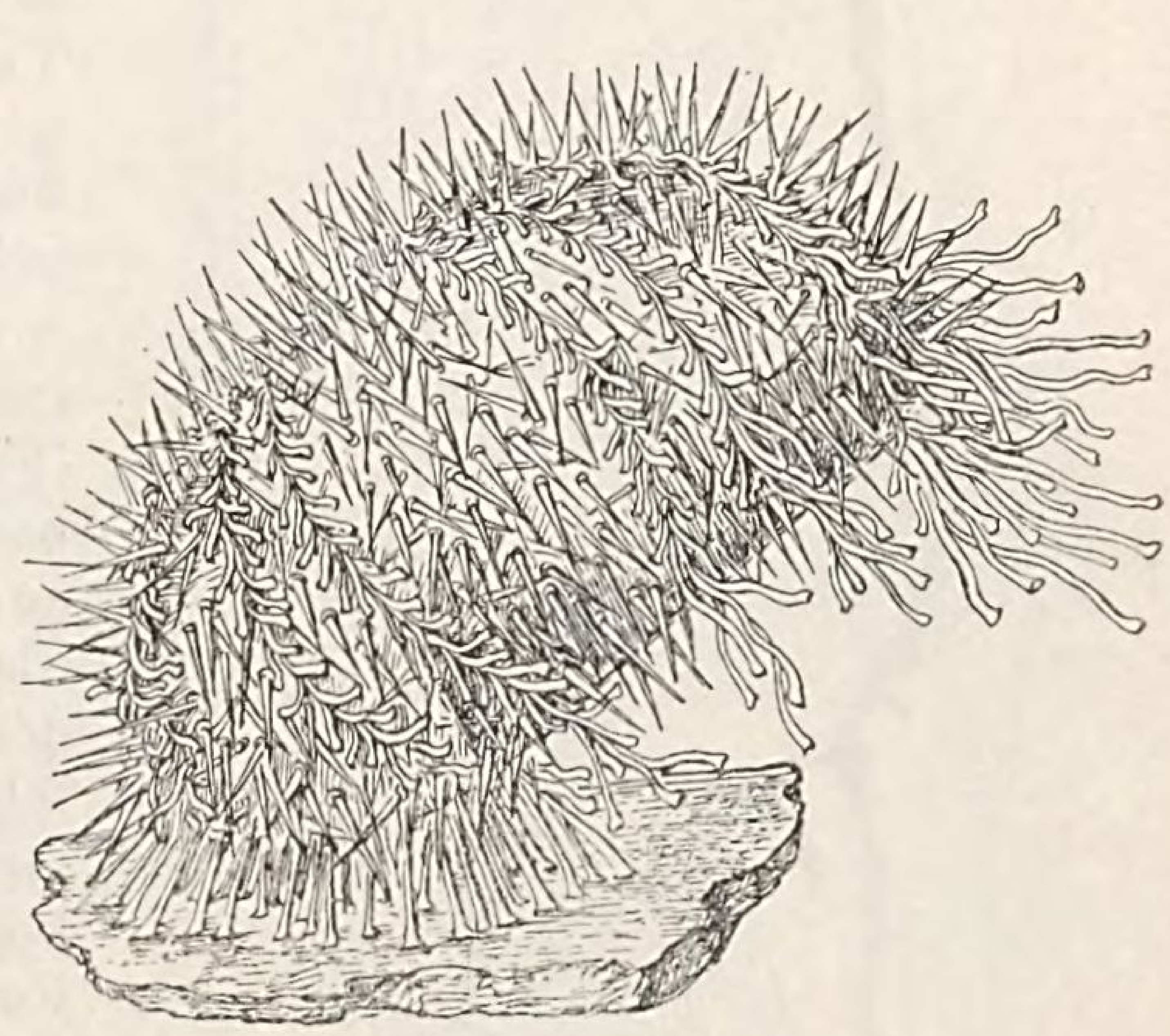


Fig. 199.
Ein kriechender Seeigel, Echinus, die Ambulakralfüsschen des erhobenen Körpers weit ausstreckend. Nach Romanes und Ewart.

Ebenfalls fünfstrahligen Typus zeigt das Nervensystem (Fig. 198), dessen ringförmig den Schlund umspannendes Nervengeflechte fünf radiale Haupt-

nervenstränge aussendet. Meist treten zwei, ein oberflächliches und ein tieferes Nervensystem auf, welchen sich noch ein drittes aborales System zugesellt. Dem oralen Nervenringe ist ein zweites Gefässsystem, das der Blutgefässe benachbart, dessen orales Ringgefäss fünf radiale Zweige abgiebt.

Der Darm ist in der weiten Leibeshöhle an bindegewebigen Strängen aufgehängt. Der Mund liegt am oralen, der After am entgegengesetzten Körperpole (Fig. 198). Doch wird der After sehr häufig verschoben. Das Darmrohr selbst ist in den verschiedenen Ordnungen ungemein mannigfaltig ausgebildet.

Sinnesorgane sind schwach entwickelt. Sinnesepithelzellen stehen meist auf der Oberfläche der Füsschen verbreitet, selten an anderen Stellen der Körperhaut. Manchmal fehlt den Ambulakralfüsschen die Saugscheibe, so dass sie als Tastfüsse oder Tentakel erscheinen. Bei den Seeigeln funktionieren umgewandelte Stacheln — Sphäridien als Sinneswerkzeuge.

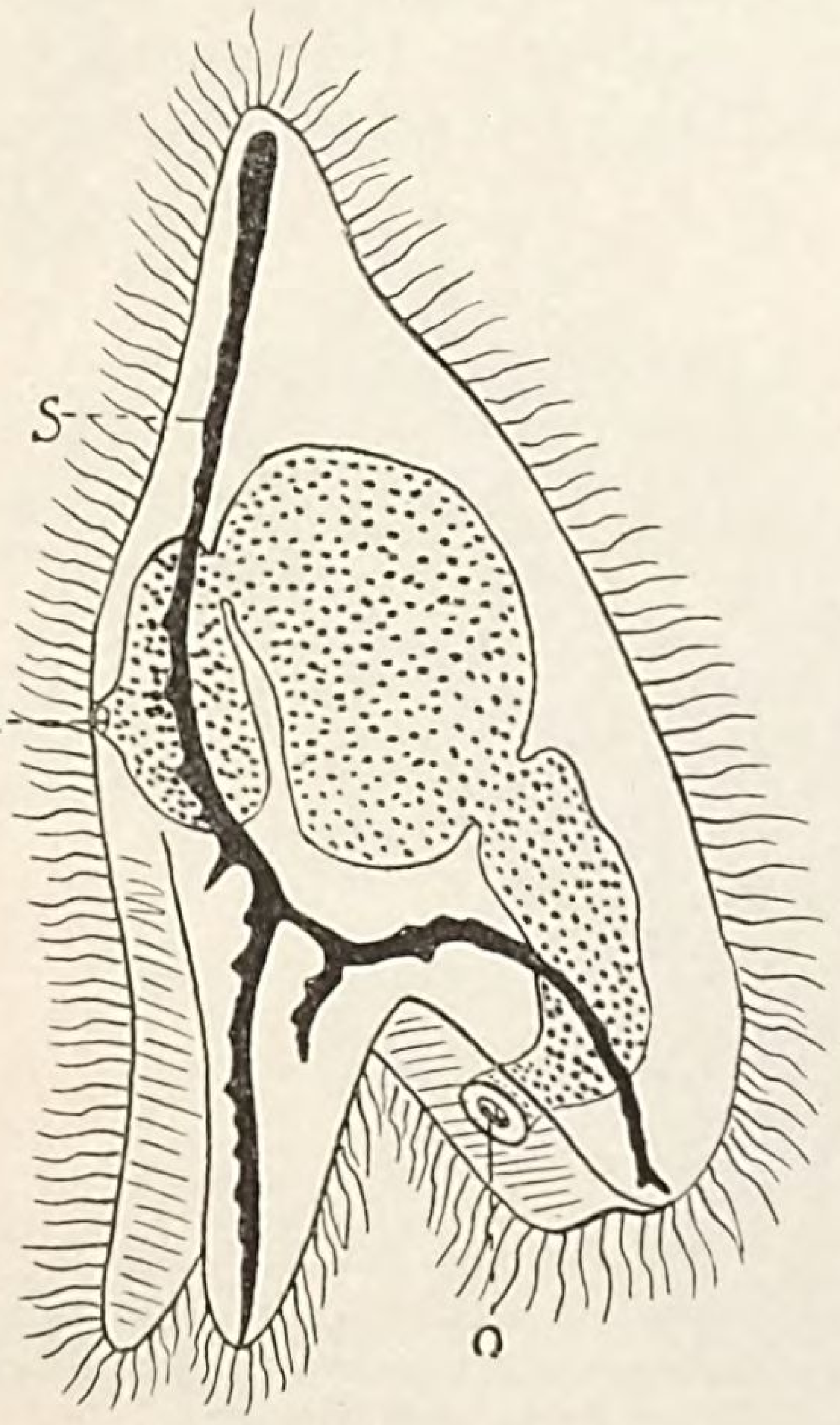


Fig. 200.
Pluteuslarve eines Seeigels.
a After (Gastrulamund), *o* Mund, *s* Kalkskelet.

Die Echinodermen sind getrennten Geschlechtes. Ihre Gonaden (Fig. 198, 204) erscheinen als fünf paarige Büschel einfacher Schläuche, an der Wand der Leibeshöhle befestigt. Sie münden an interradialen Bezirken der Körperwand. Die Befruchtung erfolgt ausserhalb des Körpers. Die meisten Arten durchlaufen eine vollkommene Metamorphose. Nach der Furchung bildet sich eine Gastrula, welche im Wasser schwimmt und zunächst tiefgreifende Reliefveränderungen ihrer ursprünglich sphärisch gekrümmten ektodermalen Wand erfährt (Fig. 200). Aber alle diese Veränderungen haben nur den Zweck, das Schwebevermögen der Larven zu steigern, indem durch einfache Faltenbildung oder durch Ausziehen langer dünner Fortsätze die Oberfläche des schwimmenden Tieres vermehrt und durch die Entfaltung reicher Schnüre von Flimmerhaaren die Beweglichkeit unterstützt wird. Andere Larven bleiben einfach tonnenförmig. An den frei beweglichen Larven entstehen allmählich die Organe des geschlechtsreifen Echinodermes.

I. Klasse. Echinoidea — Seeigel.

Der Körper ist sphärisch, sein Haupt- und sein Äquatorialdurchmesser ungefähr gleich gross (Fig. 198). Die Ambulakralfelder spannen sich als 5 meridionale Zonen zwischen dem polaren Mund- und Afterfelde. In der Haut

entstehen flache Skeletplatten, bei fossilen Arten beweglich, bei recenten Arten unbeweglich zu einer kugeligen Schale verbunden und in regelmässigen meridionalen Reihen geordnet: 5 Doppelreihen zweifach durchbohrter Platten der schmalen Ambulakralfelder und 2, 3, 5 oder 7 Reihen Warzen tragender Platten der interambulakralen Zonen (Fig. 201). Meist 20 Plattenreihen setzen die Schalen

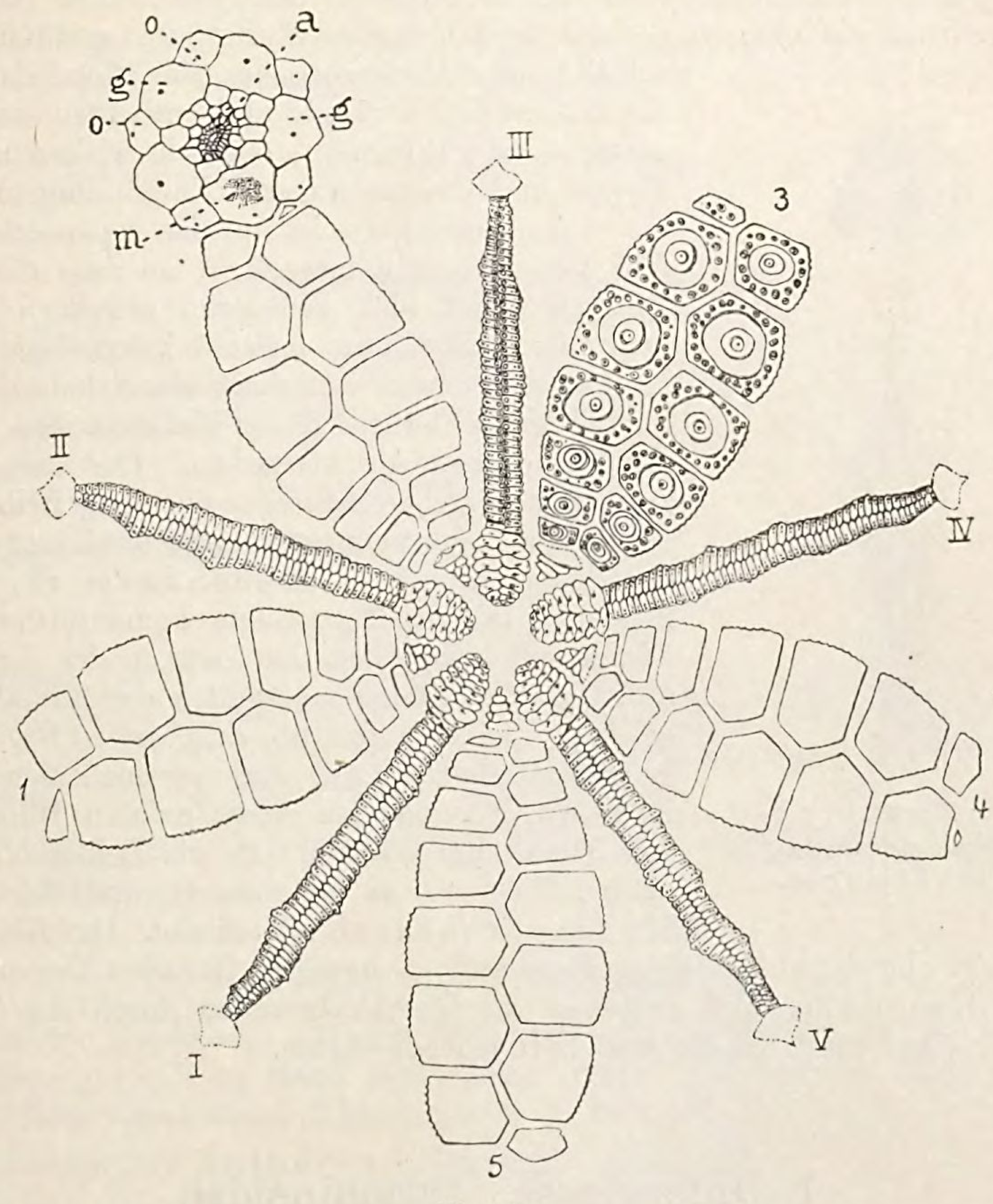


Fig. 201.

Die auseinander gelegten Plattenreihen des Hautskeletes eines Seeigels, Cidaris hystrix. Nach L o v é n.

In der Mitte die kleinen Plättchenreihe des Mundfeldes. *I—V* Meridionalreihen der Ambulakralplatten, *1—5* Meridionalreihen der interambulakralen Platten, deren Höcker nur in *3* gezeichnet sind, *a* Afterfeld des aboralen Poles, *g* Genitalplatten, *m* Madreporenplatte, *o* Augenplatte.

der jetzt lebenden Seeigel zusammen. Am aboralen Pole stehen 10 Scheitelplatten: 5 Endplatten — A u g e n p l a t t e n (*o*) der ambulakralen Doppelreihen sind durchbohrt, weil hier Nerven und die Endäste der Wassergefässe durchtreten; die 5 Endplatten der interambulakralen Reihen — G e n i t a l t a f e l n (*g*) tragen die Genitalöffnungen. Die Haut differenziert ausserdem lange spitze verkalkende Papillen — S t a c h e l n, welche auf den Warzen der interambulakralen Kalkplatten gelenken und durch kleine Muskel gesträubt werden. Gleich Stelzen tragen sie den kugeligen Leib des Seeigels und lassen dadurch

die zarten Ambulakralfüsschen wirksam werden (Fig. 199). An manchen Stellen sind die Stacheln in Sphäridien umgewandelt, indem ihr freies Ende eine glasige Kugel bildet (ihre funktionelle Bedeutung ist unbekannt) oder in Greif- und Klebzangen — Pedicellarien, d. h. Stacheln, an deren freiem Ende 3 bewegliche, zangenartig zusammenwirkende Lappen stehen (Fig. 202).

Die Ambulakralfüsschen dienen entweder lokomotorischen Aufgaben, dann besitzen sie eine von einer durchlöcherten Kalkplatte gestützte Saugscheibe, oder respiratorischer Funktion, dann sind sie zartwandig, verästelt und entbehren der Kalkplatte — sog. Kiemen, oder sie wirken als Tastorgane und Organe anderer Empfindungen.

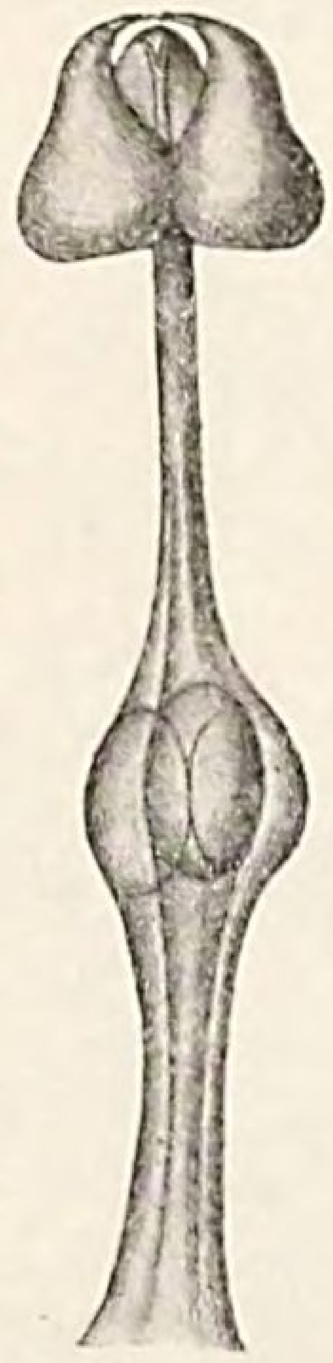


Fig. 202.
Pedicellarie eines Seeigels. Nach Föttinger.

Am Seeigelleibe ist nur das gepanzerte Mundfeld und Afterfeld beweglich, so dass die beiden Darmöffnungen sich bedeutend erweitern können. Den Mund bewehren meist 5 interradiale Zähne, gestützt von einem innerhalb der Schale liegenden komplizierten Gerüste feiner Kalkstäbchen — sog. Laterne des Aristoteles. Der lange Darm zieht in mehrfachen Schlingen durch die Leibeshöhle. Fast allen kommt ein henkelartig am Darme ziehender Seitenschlauch — Nebendarm zu, der an 2 Stellen mit der Darmhöhle kommuniziert. Der Wassergefässring liegt der Laterne des Aristoteles auf. Von den Füsschenampullen der Radialstämme gehen 2 kleine Zweige ab, durchsetzen beide Poren jeder Ambulakralplatte und vereinen sich an der Basis der Füsschen zu einem axialen Blindspross. Der Steinkanal zieht durch die Leibeshöhle zum analen Pole, wo er an einer Genitaltafel — sog. Madreporentafel (*m*) mündet. Der Blutgefässring liegt ebenfalls dem Kaugerüste auf. 5 unpaare Gonaden liegen in der analen Körperhälfte und entleeren die Geschlechtszellen durch die Genitaltafeln. Über 2000 fossile und 300 lebende Arten.

I. Unterklasse. Euechinoidea.

5 ambulakrale und 5 interambulakrale Doppelreihen von Skeletplatten. Scheitelplatten einfach durchbohrt. 300 lebende und fast sämtliche fossilen Arten.

I. Ordnung. Regulares.

Körper kugelig. Mund am oralen, After am aboralen Pole, von Scheitelplatten umschlossen. Gleichmässige Ambulakralfelder zwischen den Polen. Über 150 lebende Arten.

Familie: Cidaridae.

Schmale ambulakrale, breite interambulakrale, von grossen Warzen bedeckte Skelettafeln. Kiemen fehlen. Grosse Stacheln. Zähne und Kiefer.

Cidaris tribuloides (Blainv.). *Westindische Meere.*

Familie: Echinothuridae.

Die Ränder aller Skelettafeln greifen über einander und schliessen dadurch eine bewegliche Schale.

Asthenosoma varium (Grube.). *Chinesisches Meer, Javasee.*

Familie: Echinidae.

Breite ambulakrale Felder. Dünne Skeletplatten. 3 Reihen von Porenpaaren auf jeder Ambulakraltafel. Kiemenartige Ambulakralfüsschen am Munde.

Echinus miliaris (Müll.). *Nordeuropäische Meere.*

II. Ordnung. Irregulares.

Körper symmetrisch niedrig. Hauptachse kurz. After liegt interradial, niemals polar. Ambulakralkiemen bilden eine fünflappige Zone an der analen Hälfte. Dünne Stacheln. Pinselförmige Sinnesfüsschen um Mund und After.

Familie: Echinoconidae.

Körper rundlich. Schale regelmässig. *Jura bis Kreide.*

Familie: Clypeastridae.

Körper schildförmig. Die oralen und analen Skeletplatten durch vertikale Innenpfeiler verbunden. Mund am oralen Pol. After an den äquatorialen Rand oder sogar an die orale Körperhälfte verschoben. Kräftiger Kauapparat. Kleine Füsschen.

Clypeaster subdepressus (A. Ag.). *Westindische, westafrikanische Küsten.*

III. Ordnung. Spatangidae.

Körper herzförmig. Mund und After stehen niemals polar, sondern gegen den äquatorialen Rand verschoben. Ohne Kauapparat. Skeletplatten dünn. Meist vierblättrige Kiemenrosette, 4 Genitalporen.

Spatangus purpureus (Leske.). *Mittelmeer.*

Toxaster. *Untere Kreide.*

II. Unterklasse. Palechinoidea.

Die Zahl der meridionalen Tafelreihen ist unbeständig, meist mehr als 20 Reihen. Hauptsächlich grössere Tafelzahl der interambulakralen Felder. Kiefer vorhanden. Tafeln sechseckig und beweglich. *Paläozoisch.* 45 Arten.

I. Ordnung. Perischoechinidae.

Mehr als 2 interambulakrale Plattenreihen.

Melonites (Norw. und Ow.). 7—8 Reihen interambulakraler Platten.

II. Ordnung. Bothriocidaridae.

Weniger als 20 Plattenreihen: 5 Doppelreihen ambulakraler, 5 einfache Reihen interambulakraler Platten.

II. Klasse. Holothuria — Seewalzen.

Der Körper ist walzenförmig gestreckt mit langer Hauptachse und kurzem Querdurchmesser (Fig. 203). Mund und After bezeichnen die Pole. Die Füsschen der ambulakralen Zonen sind ungleichartig entwickelt, da die Seewalzen mit der seitlichen Körperwand dem Boden anliegend kriechen. 3 Zonen — Trivium der als Kriechsohle dienenden Körperwand bilden kontraktile Ambulakralfüsschen, deren Saugscheibe von einer Kalkplatte gestützt ist, die 2 übrigen Zonen — Bivium einfache, nicht zurückziehbare Papillen. Ein einfacher oder doppelter Kranz modifizierter Füsschen, gestielt und mannigfach verästelt — Tentakel (5 oder ein Vielfaches von 5) umrahmen den Mund.

Im Bindegewebe der Haut entstehen isolierte Kalkkörperchen: Stühlchen (Sitzbank mit 4 Beinen) der oberen Lagen, sehr verschieden geformte

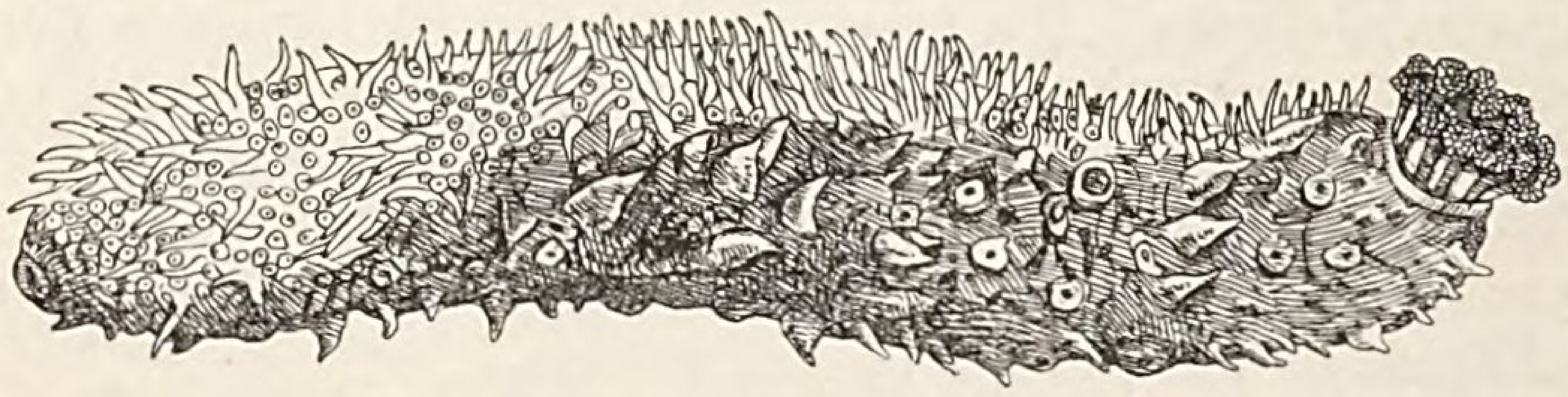


Fig. 203.
Eine Seewalze, Holothuria tubulosa. Nach Ludwig.
Trivium nach oben, Bivium nach unten gerichtet. Rechts der Tentakelkranz des Mundes.

der unteren Lagen. Die Skeletplättchen erreichen niemals bedeutende Grösse und stossen nicht zusammen. Darin ist die Weichheit der Körperwand und die energische Beweglichkeit der meisten Holothurien begründet. Der Haut liegt eine einheitliche Ringmuskelschicht und 5 aus je 2 Hälften bestehende Längsmuskeln (Fig. 204) an, welche sich an einem aus 10 Stücken: 5 radialen und 5 interradialen Kalkgliedern, bestehenden Ring festsetzen. Die Stücke des Kalkringes sind entweder durch Bandmassen oder gelenkig oder fest mit einander verbunden. Der Innenfläche des Kalkringes ist der Nervenring angeschmiegt. Die radialen Nervenstränge ziehen durch Löcher oder Spalten der Radialstücke in den Körper. Nahe dem Kalkringe, oft auch weiter entfernt liegt der Wassergefässring. Der Steinkanal reicht bei allen Holothurien während der Larvenzeit an die Haut und mündet durch die Madreporenplatte. Aber dieser Zustand bleibt nur wenigen Arten (Elasipoda) erhalten, bei den übrigen zieht sich der Steinkanal von der Haut zurück und hängt dann im dorsalen Mesenterium des Darmes frei in die Leibeshöhle. Oft kommen auch mehrere Steinkanäle vor. Das Wassergefässsystem der Seewalzen wird deshalb nicht mit Seewasser erfüllt, sondern mit der in der Leibeshöhle stehen-

den Flüssigkeit und dient nur in untergeordnetem Maasse der Respiration. Vom Ringgefässe, welches eine, manchmal auch mehrere Poli'sche Blasen besitzt, ziehen 5 Hauptstämme in Mitte der beiden Hälften der 5 Längsmuskelbündel und geben Zweige an die Tentakel und Ambulakralfüsschen ab.

Der Darm ist meist doppelt gebogen und durch breite Bindegewebslamellen — Mesenterien an der Leibeswand befestigt. Das Mesenterium des vom Munde gegen den After absteigenden ersten Astes (Fig. 204 *i*) bezeichnet die den Holothurienkörper in bilaterale Hälften teilende Symmetrieebene und inseriert in der Mittellinie des dorsalen Interradialfeldes. Der aufsteigende und der zweite absteigende (i_1) Darmschenkel ist durch 2 Mesenterien an 2 interradiale Felder befestigt. Da in die Wassergefässe kein Seewasser eingesogen werden kann, wird dasselbe in paarige schlauchartige Ausstülpungen des Enddarmes, die baumförmig verästelten, dünnwandigen Wasserlungen (*l*) eingeführt, welche in der ventralen linken und dorsalen rechten interradialen Zone der Leibeshöhle liegen. Die linke Wasserlunge ist stets vom Netze der Blutgefässe umsponnen, die rechte hingegen frei. Am Stamme der Lunge oder am Endabschnitte des Darmes — Kloake sitzen die Cuvierschen Schläuche, Verteidigungswaffen, welche aus dem After gestossen werden. Der nahe dem Wassergefässring liegende Blutgefässring sendet ein dorsales und ventrales Blutgefäss an den Darm. 2 Büschel von Gonadenschläuchen (*g*), ihr Ausführgang liegt am dorsalen Mesenterium und mündet in der Mittellinie des Rückens nahe oder entfernt vom Tentakelkranze. Ca. 500 Arten.

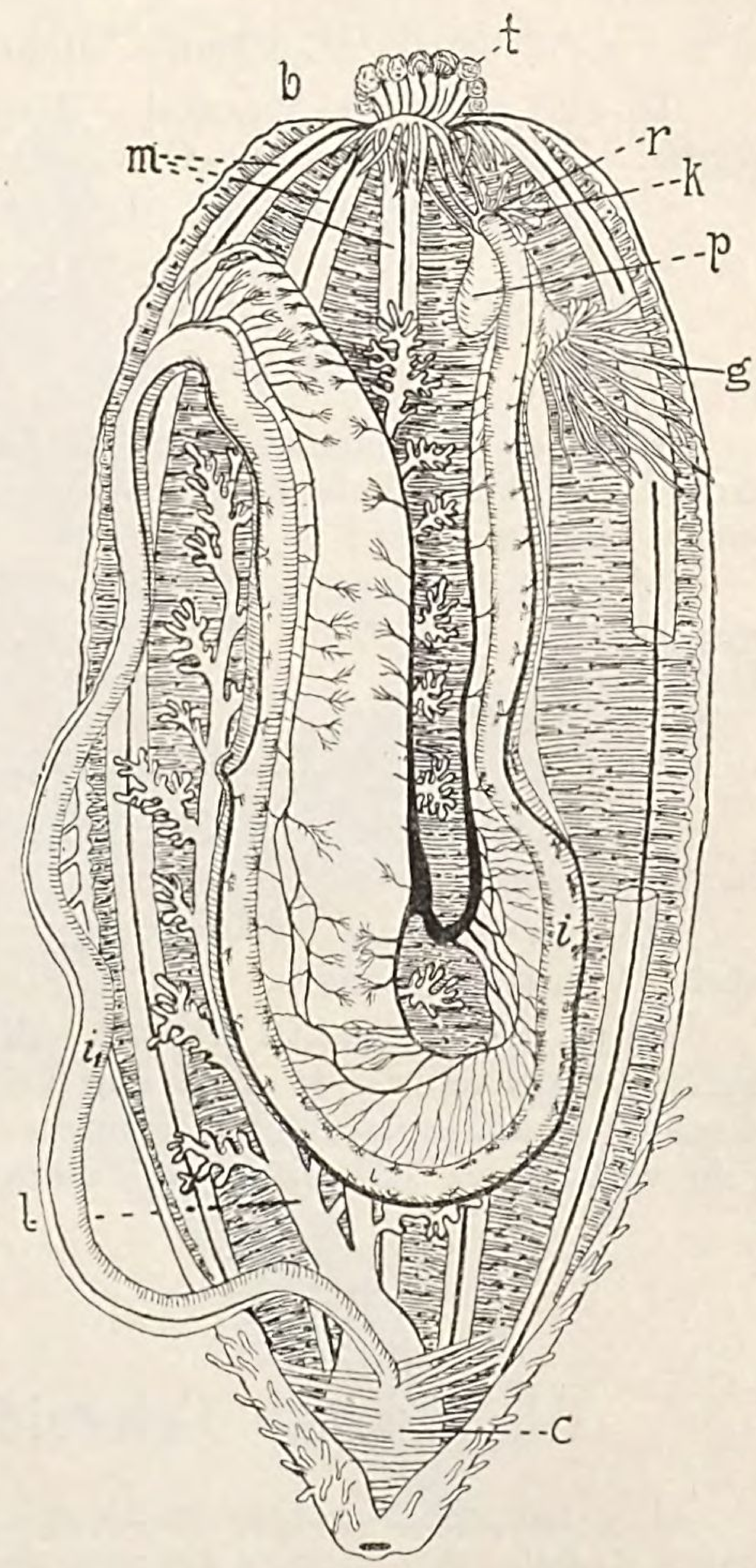


Fig. 204.
Anatomie einer Seewalze.
b Ampullen der Fühler, *c* Kloake, *g* Gonade, *i*, i_1 Darm, *k* Steinkanal, *l* Wasserlunge, *m* Längsmuskeln, *p* Polische Blase, *r* Wassergefässring, *t* Tentakel.

I. Ordnung. Pedata.

Mit Füsschen und Papillen. Lungen vorhanden. Kalkring 10 Glieder. Steinkanal mündet nicht an der Haut.

1. Familie: Aspidochirotae.

20 schildförmige Tentakel. Körper schlauchförmig.

Holothuria tubulosa (GM.). *Mittelmeer.* Füsschen zerstreut stehend. Ein Gonadenbüschel.

2. Familie: Dendrochirotae.

10—20 verästelte Tentakel. Körper spindelförmig. Nur Füsschen tragend. 2 Gonadenbüschel. Cuvier'sche Schläuche fehlen.

Cucumaria planci (v. MARENZ). *Mittelmeer.*

II. Ordnung. Elasipoda.

Füsschen und Papillen. Trivium flach, Bivium gewölbt. 10—20 schildförmige Tentakel. Kalkring unvollkommen. Steinkanal an der Haut mündend. Lungen fehlen.

Elpidia glacialis (THÉEL.). *In der Tiefe der nordatlantischen Meere.*

III. Ordnung. Apoda.

Körper drehrund. Füsschen und Papillen fehlen, daher die Körperoberfläche glatt.

Molpadia australis (SEMP.). *Australien.* 15 cylindrische Tentakel. Verzweigte Lungen.

Synapta digitata (MÜLL.). *Mittelmeer.* 10—25 gefiederte Tentakel. Lungen fehlen. In der Haut Kalkanker und Ankerplatten. An den Mesenterien stehen zerstreute Wimpertrichter, die sonst bei Echinodermen nicht vorkommen. Die radialen Wassergefässe fehlen. Zwitter.

III. Klasse. Asteroidea — Seesterne.

Der Körper (Fig. 205) ist abgeplattet mit kurzer Hauptachse und 5 langen Radien. Am Äquator springen die radialen Zonen stark vor — sog. Arme, während die interradialen Bezirke eingezogen sind. Die orale Körperwand ist vor der dorsalen dadurch ausgezeichnet, dass ihr 5 ambulakrale Furchen eingegraben sind und dass diese allein Ambulakralfüsschen tragen.

Das Bindegewebe der Haut bildet paarige Reihen derber, nach den Armspitzen verjüngter Skeletstücke — sog. Ambulakralplatten, welche den Boden der Ambulakralfurchen überwölben. Die einander folgenden Plattenpaare sind gelenkig verbunden und durch Muskeln beweglich. Seitlich und unter jenen folgt je eine Reihe adambulakraler Platten. In der Haut der aboralen Körperhälfte liegende Skeletplatten werden frühzeitig rückgebildet. Dann sind derselben nur kleine Kalktäfelchen eingebettet und lassen sie weich und nachgiebig erscheinen. Die Haut trägt vielfach noch kalkige Anhänge: Stacheln oder Papillen.

Der Mund liegt im Centrum der oralen Körperhälfte, der After jedoch nicht ganz am aboralen Pole. Der Darm wird auch von der radialen Gliederung beherrscht, indem er 5 radiale in die Arme einstrahlende Paare von Blindzweigen treibt, die wiederum zahlreiche blasige Blindsäckchen bilden.

Die Madreporenplatte liegt excentrisch in einer aboral interambulakralen Zone. Der Wassergefässring, wie auch der Nervenring und der Blut-

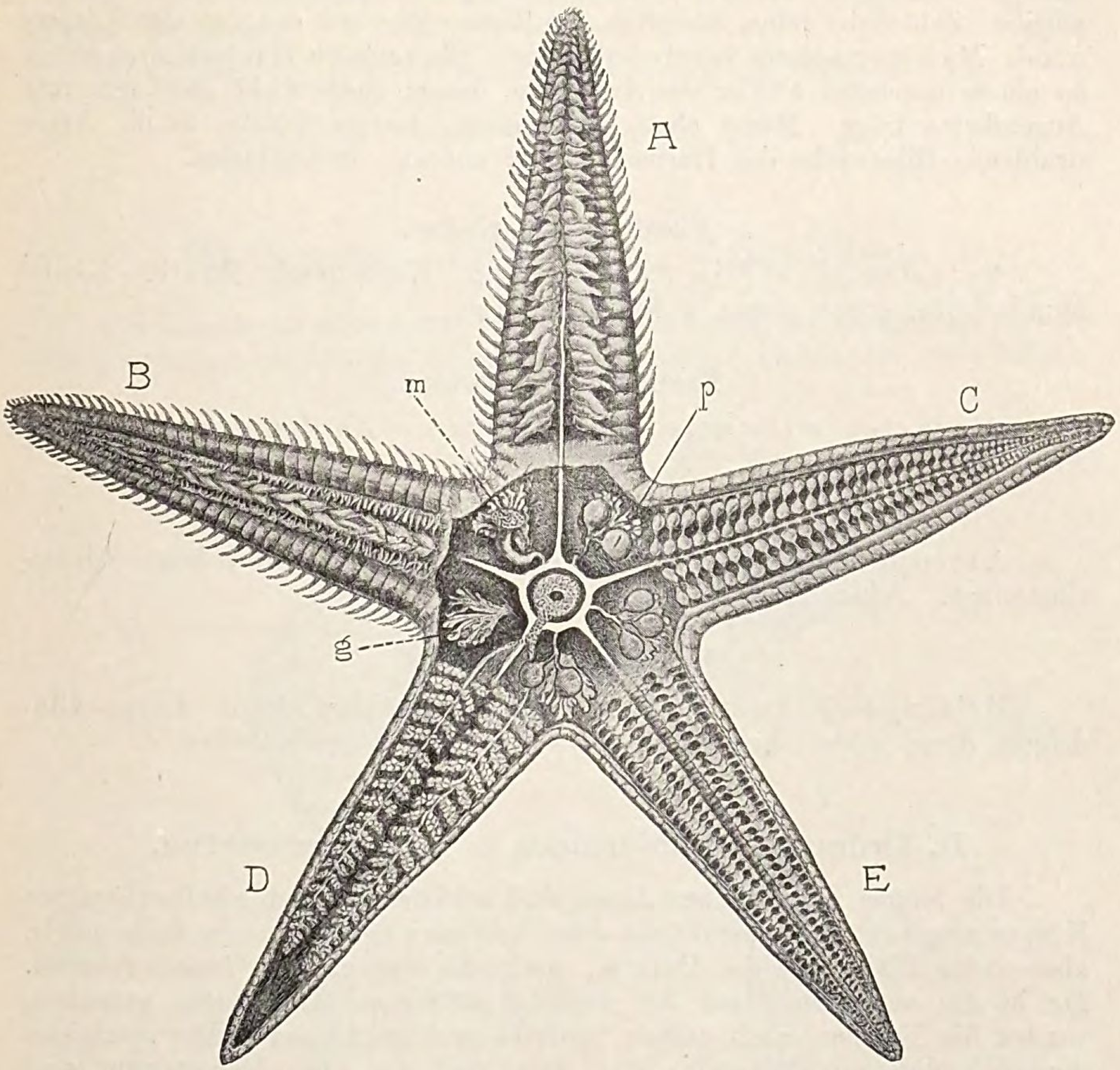


Fig. 205.

Schematisierte Darstellung eines Seesternes. Nach Tiedemann.

A—E die fünf Arme. *A* die Ambulakralfüsschen geschwellt, *B* die Füsschen in die Ambulakralfurche eingezogen, *C* die Ampullen eines radiären Wassergefässstammes, *D* die radialen Seitenäste des Darmes, *E* Skeletplatten. *g* Gonadenbüschel, *m* Madreporenplatte, *P* Polische Blasen.

gefässring umschliessen den Munddarm. Die radialen Zweige dieser 3 Organsysteme verlaufen nicht innerhalb des Skelets, sondern zwischen der Haut und den Skeletplatten längs der Ambulakralfurchen und zwar die Nervenstämme dicht unter der Haut, die Wassergefässe dicht an den Skeletplatten und die Blutgefässe zwischen beiden. Die Ambulakraläste der radialen Wassergefässe treten einerseits in die Füsschen, andererseits zwischen 2 Wirbelpaaren in die Leibeshöhle der Arme und schwellen dort zu den Ampullen an. Die Gonadenbüschel liegen interradial. 500 lebende, 60 fossile Arten.

I. Ordnung. Stelleridea — Seesterne.

Körper fünfeckige Scheibe oder sternförmig. Die wenig beweglichen Arme bergen eine ansehnliche Leibeshöhle und die radialen Blindsäcke des Darmes, sowie die Gonadenbüschel. Die tiefen Ambulakralfurchen sind offen, die Reihen der Ambulakralplatten sind durch Zähne beweglich verbunden. Muskeln vermögen die Arme ventral zu krümmen. Füsschen mit Saugscheibe. Zahlreiche feine, dünnwandige Kiemenbläschen der dorsalen Körperwand. Madreporenplatte interradial dorsal. Die radialen Hauptstämme enden an einem unpaaren Fühler der Armspitze, dessen Basis dicht gedrängte rote Augenflecke trägt. Mund ohne Kauapparat, Lange radiale, in die Arme strahlende Blindsäcke des Darmes. After aboral. Pedicellarien.

Familie: Asteriadae.

Asterias glacialis (O. F. Müll.). *Europäische Meere.* Kleine Mundscheibe, grosse Arme, 4 Füsschenreihen.

Familie: Pterastridae.

Pteraster militaris (O. F. Müll.). *Nordeuropäische Meere.* Arme kurz.

Familie: Astropectinidae.

Astropecten aurantiacus (L.). *Mittelmeer.* Arme lang. 2 Füsschenreihen. After fehlt.

Familie: Brisingidae.

Brisinga coronata (Sars.). *Nordeuropäische Meere.* Lange cylindrische Arme scharf abgesetzt. 9—13 Arme. 2 Füsschenreihen.

II. Ordnung. Ophiuroidea — Schlangensterne.

Die langen cylindrischen Arme sind schärfer von dem scheibenförmigen Körper abgesetzt und umschliessen einen schmalen Seitenraum der Leibeshöhle, aber weder Blindsäcke des Darmes, noch die Spitzen der Gonadenbüschel. Da in der ventralen Haut der Ambulakralfurchen Hautplatten entstehen, werden die Furchen nach aussen verdeckt und geschlossen. Die mächtigen Ambulakralplatten füllen den Arm fast ganz aus, ihre Reihenpaare sind durch Naht unbeweglich verbunden. Hingegen verleihen longitudinale Muskelzüge dem Arme einen hohen Grad selbständiger Beweglichkeit. In der Haut der Arme liegen 4 Längsreihen von Schildern: Rücken-, Seiten-, Bauchschilder. Füsschen ohne Saugscheibe treten an den Seiten der Arme vor. Madreporenplatte oral an der inneren Fläche eines der 5 Mundschilder. Mund mit 5 Zahnstücken, umgeben von einem Kranze von Mundskeletplatten. Darm ohne Blindsäcke und ohne After. Pedicellarien fehlen.

I. Unterordnung. Ophiurae.

Arme unverzweigt.

Ophioglypha lacertosa (Lym.). *Nordeuropäische Meere.*

Amphiura squamata (Sars.). *Fast in allen Meeren.* Hermaphrodit und lebendig gebärend.

II. Unterordnung. Euryalae.

Arme oft verzweigt, die Haut bildet keine Schilder, sondern nur kleine körnige Schuppen.

Gorgonocephalus arborescens (Ag.). *Mittelmeer.*

IV. Klasse. Crinoidea — Seelilien.

Der Körper ist abgeplattet und in der Richtung der Hauptachse kelchartig gekrümmt, so dass der Äquator den Kelchrand bildet. Die orale Fläche

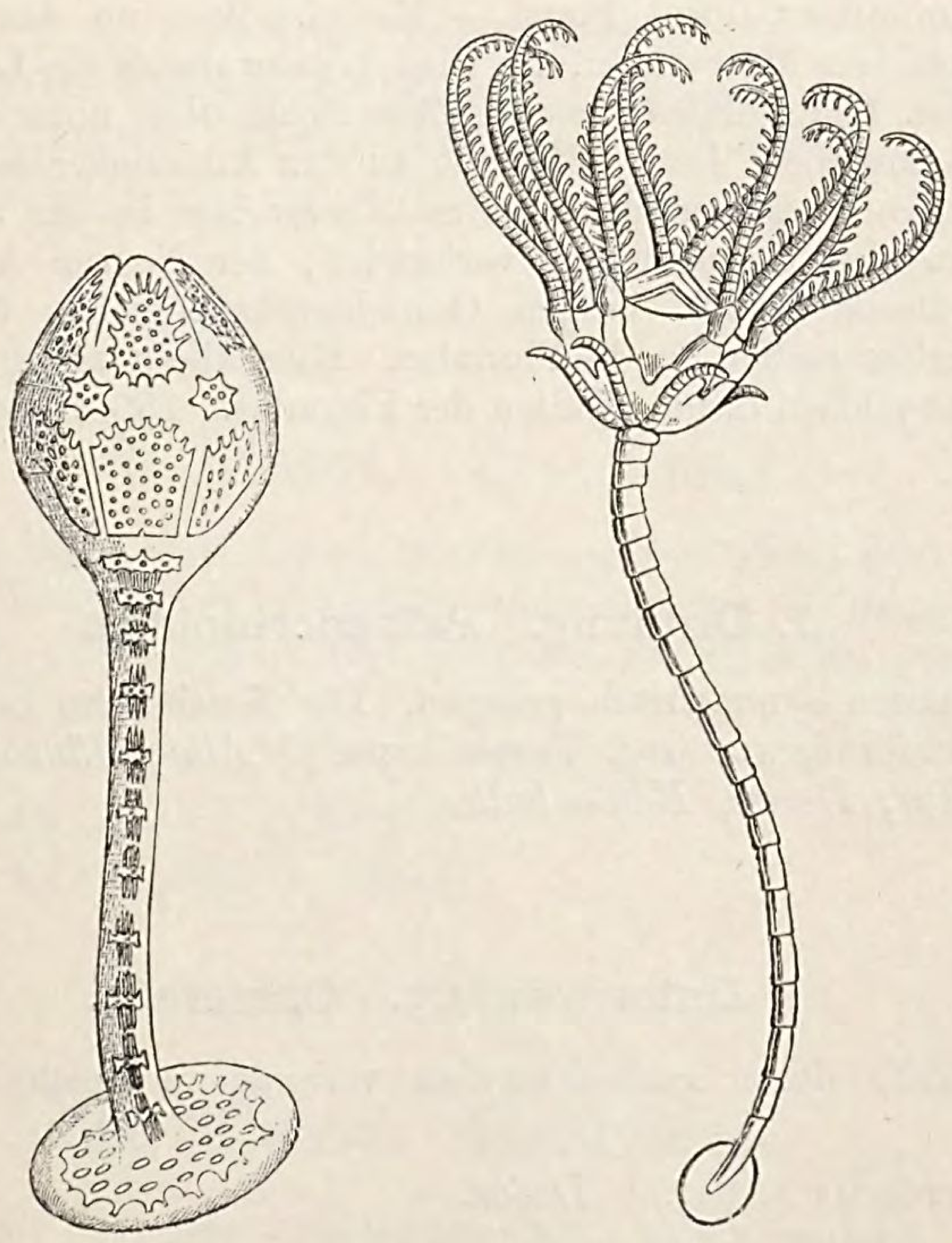


Fig. 206.
Jugendliche Individuen von Comatula. Nach Thomson.

— Kelchdecke ist konkav, die aborale Fläche — sog. Dorsalkapsel konvex gewölbt und ihr Scheitelpol in einen häufig Seitenzweige tragenden Stiel ausgezogen, welcher dem Meeresgrunde anhaftet. Der Kelchrand verlängert sich in 5 oder 10 Arme, die meist paarige Reihen dünner Seiten-

zweige — Pinnulae tragen. Im Bindegewebe der Haut entstehen regelmässig geordnete Kalktafeln: viele gelenkig verbundene Glieder im Stiele; an der Kelchbasis ein Kranz von 5 interradialen Basalstücken (häufig unter ihm ein zweiter Kranz radialer Infrabasalstücke). Dann folgen ein oder mehrere Kränze von je 5 radialen und einer schwankenden Zahl von interradialen Kelchtafeln, in den Armen endlich eine einfache Reihe dorsaler Kalkplatten. Die wimpernden Ambulakralfurchen der Haut strahlen vom Munde über die Kelchdecke zur Spitze der Arme und geben Seitenrinnen auf die Pinnulae ab. Die Haut erhebt sich längs der Furchen in 2 Reihen zarter Schläuche — Tentakel, die nur der Atmung dienen und die Nahrungsaufnahme unterstützen. Reihen beweglicher Saumplättchen fassen die Rinnen ein.

Die schmale Leibeshöhle durchzieht den ganzen Körper: Kelch, Stiel, Arme und Pinnulae. Der Darm im Kelche läuft rechts gewunden vom Munde zum After, welcher ebenfalls in die Kelchdecke excentrisch interradial nahe dem Munde eingelassen ist. Ein typischer Steinkanal samt Madreporenplatte der Haut fehlt dem Wassergefässring, dagegen entspringen an letzterem viele Schläuche — unverkalkte Steinkanäle und münden frei in die Leibeshöhle. Letztere kommuniziert durch Poren — Kelchporen an den Interradien der Kelchdecke mit dem Meerwasser. So wird Wasser durch die Leibeshöhle in die Gefässe geleitet. Die radialen Wassergefässe ziehen dicht unter der Haut in einer Furche der Armwirbel. Ihre Seitenäste zu den Ambulakraltentakeln besitzen keine Ampullen. Ausser dem oralen Nervenring ist ein antiambulakraler Nervenring in den Basalstücken vorhanden, der Nerven in Stiel, Ranken und Arme entsendet. Die langen Gonadenröhren ziehen durch die Arme und treiben Seitentaschen in die Pinnulae. Hier allein reifen die Geschlechtszellen und entweichen durch Spalten der Pinnulae. 1500 fossile, 430 lebende Arten.

I. Ordnung. Palaeocrinoidea.

Skeletplatten symmetrisch gelagert. Die Kelchdecke buchtet sich nahe dem After sackförmig vor (sog. Ventralkapsel). *Alle paläozoisch. Sehr zahlreich Obersilur, Devon, Kohlenkalk.*

I. Unterordnung. Camerata.

Kelchdecke durch zahlreiche fest verbundene Kelchplatten stark gepanzert.

Hexacrinus (Aust.). *Devon.*

II. Unterordnung. Articulata.

Skeletplatten gelenkig verbunden, Kelchdecke weich, Ventralkapsel biegsam, nur von Interradialplatten gestützt.

Taxocrinus (Phill.). *Silur, Devon.*

III. Unterordnung. Inadunata.

Kelch klein, nur 1 oder 2 polare Plattenreihen. Ventralkapsel meist mit Tafeln belegt.

Cyathocrinus (Mill.). *Untersilur bis Carbon.*

II. Ordnung. Neocrinoidea.

Skeletplatten fünfstrahlig radiär geordnet. Nur die Kelchwand bildet grosse Tafeln. Ventralkapsel fehlt.

Familie: Encrinidae.

Encrinus. *Trias.*

Familie: Pentacrinidae.

10 mehrfach gegabelte Arme. *Trias bis Jetztzeit.*

Pentacrinus caput medusae (Mill.). *Antillen.*

Familie: Comatulidae.

Der Stiel, mittelst dessen die jungen Tiere festgewachsen sind (Fig. 206) bildet sich später zurück. Körper abgeplattet. 10 Arme.

Comatula mediterranea (Lam.). *Mittelmeer.*

V. Klasse. Cystoidea.

Körper kugelig, in einen kurzen Stiel ausgezogen. Mund axial. After an der oralen Hälfte. Wenn Arme beobachtet wurden, waren sie stets einfach und kurz. Zahlreiche, selten regelmässig geordnete Skeletplatten. *Älteres Silur.* 140 Arten.

Echinosphaerites (Wahlb.). *Untersilur.*

Caryocrinus (Say.). *Obersilur.*

Agelacrinus (Vanux.). *Silur.*

VI. Klasse. Blastoidea.

Körper oval, in einen Stiel ausgezogen. Arme fehlen. Mit wenigen (meist 13), aber grossen Skeletplatten. Die 5 oralen Ambulakralfelder mit Seitenplättchen besetzt. *Silur, Devon, Carbon.* 90 Arten.

Pentatremites (d'Orb.). *Devon.*

VI. Typus.

Tunicata — Manteltiere.

Die walzenförmigen Tiere (Fig. 207) sind charakterisiert durch eine dick gallertige oder knorpelartige Körperhülle — Mantel, Tunica und die mächtige Entfaltung des vordersten Darmabschnittes am Mundende des Körpers, so dass im Verhältnis zu dieser Körperregion der hintere, die Leibeshöhle nebst Eingeweiden umschliessende Teil unscheinbar zurücksteht. Dorsal von der vorderständigen Mundöffnung senkt sich nämlich eine Hautfalte nischenartig in den Körper ein und umfängt mit ihrer ventralen, konkav gekrümmten, breit stempelförmigen Wand den ausserordentlich weiten, birn- oder apfelförmig aufgetriebenen Vorderdarm — Pharyngealsack. Die Hautnische selbst, welche von der dorsalen Körperoberfläche durch eine enge, dem Munde meist benachbarte Öffnung — Auswurfsöffnung (*x*) zugänglich ist, wird als Peribranchialnische (*p*) bezeichnet, weil sowohl ihre ventrale Wand, wie die anstossende Pharyngealwand von zahlreichen feinen Spalten — Kiemenspalten (*k*) gitterartig durchlocht wird, so dass das vom Munde in den Pharyngealsack eingesogene Meerwasser, welches durch die Kiemenspalten in den Peribranchialraum gelangt und an der Auswurfsöffnung wieder abfliesst, für den Gaswechsel des Blutes ausgenutzt werden kann.

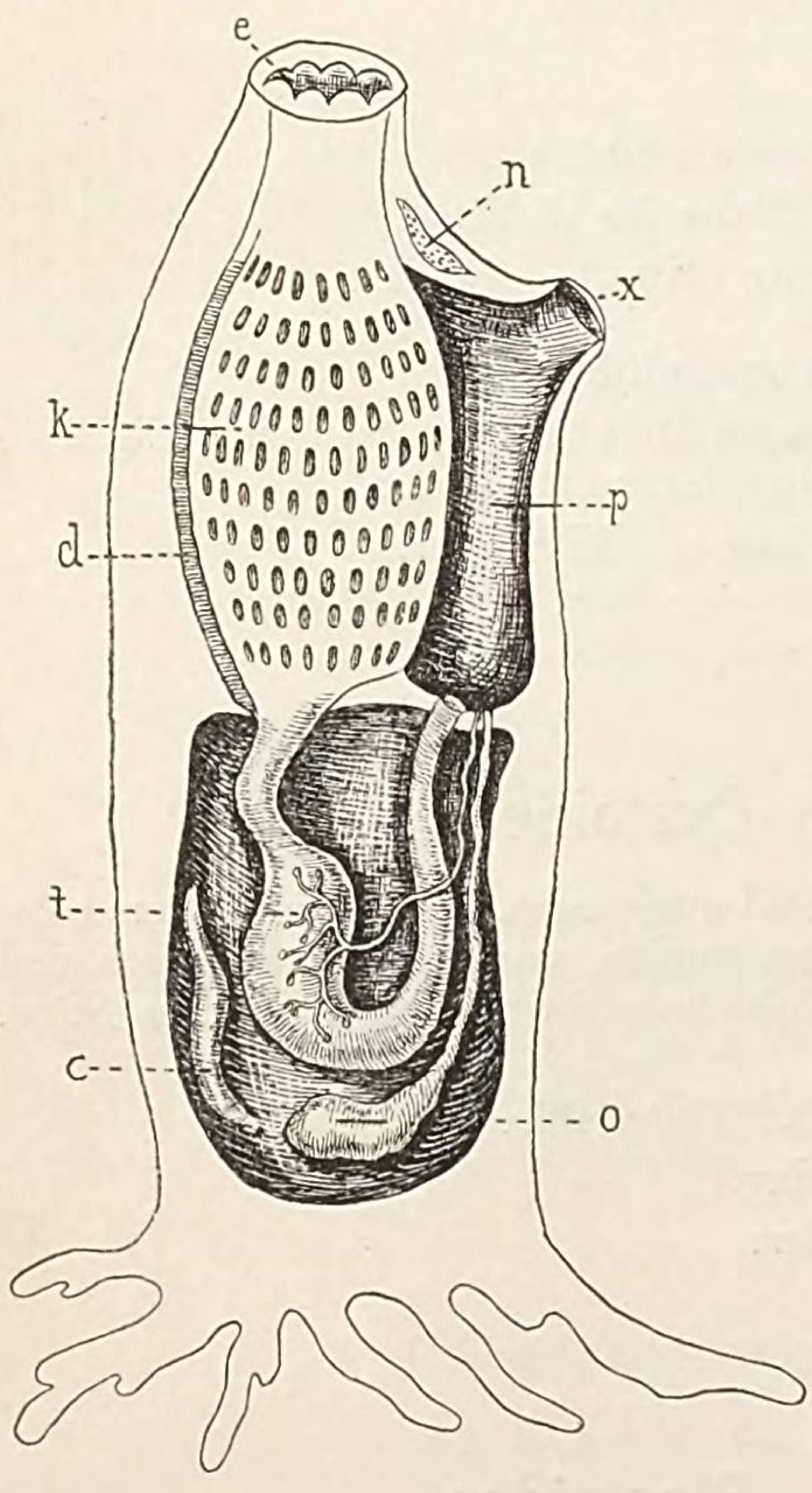


Fig. 207.
Schematische Darstellung einer Ascidie.
c Herz, *d* Endostyl, *e* Mundöffnung, *k* die von den Kiemenspalten durchlochte Wand des Pharyngealsackes und der Peribranchialnische, *n* Ganglion, *o* Ovarium, *p* Peribranchialnische, *t* Hoden, *x* Ausströmungsöffnung.

Die hintere Körperzone enthält die Leibeshöhle, welcher der übrige Darm eingelagert ist. Vom Grunde des Pharyngealsackes tritt die enge Speiseröhre in die Leibeshöhle ein und zieht nach hinten, um sich dort zum Magen zu erweitern. Dann biegt der Darm wieder nach vorne als rück-

läufiges Rohr und endet am Grunde des Peribranchialraumes. Der After liegt also dicht neben dem Pharyngealsacke und die dorsale Auswurfsöffnung entleert nicht bloss Atemwasser, sondern auch den Kot. Die Nahrung wird aus dem Pharyngealsack durch eine an dessen Ventralseite erregte Strömung in die Speiseröhre geleitet. Dort umstehen nämlich zwei mit Flimmerepithel bedeckte Längswülste eine drüsige Längsrinne — Endostyl (*d*) und strudeln die Nahrungskörper in den engeren Abschnitt des Darmes.

Der Mantel entsteht als eine kutikulare Abscheidung der Ektodermzellen der Körperwand. Er erreicht häufig eine ansehnliche Dicke; dann wandern immer verästelte Mesodermzellen der Leibeswand ein. Merkwürdigerweise ist die Mantelsubstanz nicht stickstoffhaltig, sondern stimmt mit der elementaren Zusammensetzung der pflanzlichen Cellulose überein.

Das Nervensystem weist einen Ganglienknoten (*n*) in der dorsalen Körperwand zwischen dem Mund und der Auswurfsöffnung und die ihm entstrahlenden Nervenzüge auf. In der Leibeshöhle liegt ventral vom Magen das schlauchförmige Herz (Fig. 207 *c*), um das in den Lücken der Körperwand stehende Blut zu bewegen. Muskeln sind reichlich am vorderen Körperbezirk entfaltet, weil die Pharyngeal- und Peribranchialhöhle wegen des Wasserwechsels rhythmisch pulsieren.

Die Tunicaten sind Hermaphroditen. In der Leibeshöhle hinter und um den Magen liegen die traubenförmigen Ovarien (*o*) und die büschelförmigen Hoden (*t*) mit gesonderten Ausführgängen, die neben dem After in den Peribranchialraum münden. Die Gonaden funktionieren jedoch nie gleichzeitig, so dass das Tier in verschiedenen Perioden seines Lebens entweder nur männliche oder nur weibliche Geschlechtszellen produziert. Daneben tritt stets noch die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung auf und führt zur Bildung von Kolonien.

I. Klasse. Ascidia — Seescheiden.

Die jungen Tiere schwimmen mittels eines Ruderschwanzes frei im Meere, später verlieren sie den Schwanz und setzen sich mit ihrem Hinterende an irgend einer Unterlage für die ganze Lebensdauer fest. Die schmale Peribranchialnische umfasst beinahe den gesamten Pharyngealsack, nur eine Längszone seiner ventralen Wand bleibt frei. Deshalb ist die flimmernde Kiemenzone mächtig ausgedehnt. Kleine Fortsätze — Tentakeln umkränzen den Mund. Der Mantel der festgewachsenen Tiere erreicht bedeutende Dicke. (Fig. 207).

I. Ordnung. Monascidia.

Meist einzellebende Tiere. Ca. 130 Arten.

Familie: Ascidiadae.

Ascidia mamillata (Cuv.). *Mittelmeer*. Mantel knorpelhart, buckelig. Kiemenzone sehr gross.

Ciona intestinalis (Flem.). *Europäische Meere.* Mantel durchsichtig. 12—14 Längsmuskelstränge. Kiemenzone kleiner.

Familie: Clavellinidae.

An Wurzelausläufern des hinteren Körperendes knospen neue Tiere. So entstehen verästelte Ascidienstöcke.

Clavellina lepadiformis (O. F. Müll.). *Europäische Meere.*

II. Ordnung. Synascidia.

Kolonien bildend. Die Mäntel der Einzeltiere verschmelzen zu einer gemeinsamen Mantelschicht der Kolonie. Ca. 50 Arten.

Botryllus stellatus (Lam.). *Europäische Küsten.*

III. Ordnung. Luciae — Feuerwalzen.

Freischwimmende Ascidienkolonien. Die gemeinsame Mantelschicht ist becherförmig gekrümmt. In derselben sind die Individuen senkrecht zur Längsachse so eingebettet, dass die Mundöffnungen an der Aussenfläche, die Auswurfsöffnungen an der Innenfläche des Koloniemantels liegen. Pharyngealsack und Peribranchialnische gross, quergezogen. Eingeweidesack klein. Die freischwimmenden Tiere besitzen ein Auge am Ganglion. Paarige Leuchtorgane strahlen phosphorescierendes Licht aus. (Meerleuchten!)

Pyrosoma giganteum (Les.). *Mittelmeer, atlantischer Ocean.*

IV. Ordnung. Copelatae — Geschwänzte Seescheiden.

Freischwimmende Ascidien mit dauerndem Ruderschwanz, der von einem Strange — Urochord gestützt wird. Peribranchialnische der Haut fehlt. Der Pharyngealsack öffnet sich durch 2 Spalten — Spiracula direkt an der Haut, ebenso liegt der After an der Oberfläche des Tieres. Das dorsale Ganglion sendet einen dicken Nervenstrang in den Schwanz, an dessen Wurzel ein Ganglion eingeschaltet ist. Gonaden ohne Ausführgang. 12 Arten.

Appendicularia flagellum (Cham.). *Mittelmeer, atlantischer Ocean.*

II. Klasse. Thaliacea — Salpen.

Durchsichtige freischwimmende Tunicaten (Fig. 208). Der vordere Körperabschnitt ist quer ausgezogen und mächtig entfaltet, so dass der Eingeweidesack nur ein kleines hinteres Anhängsel — sog. Nucleus darstellt. Deshalb erscheint der Salpenkörper tonnenförmig. Mund und Auswurfsöffnung stehen gerade diametral gegenüber an beiden Enden der Tonne. Die Peribranchial-

höhle umfasst nicht den ganzen Pharyngealsack, sondern berührt nur seine dorsale Fläche (*k*). Die Scheidewand beider Räume wird entweder von vielen kleinen oder zwei grossen Kiemenspalten durchbrochen. Reifenartig umspannen Muskelringe (*m*) den die Peribranchialhöhle und Pharyngealsack bergenden Körperbezirk. Durch die rhythmischen Kontraktionen derselben, bezw. durch den Rückstoss des auf diese Weise eingesogenen und ausgetriebenen Atemwassers schwimmen die Salpen in dem Meere. Die Organe der Leibeshöhle sind klein und dicht zusammengeschoben. Das Ganglion (*n*) ist gross. Entweder Augen oder ein statisches Bläschen vorhanden.

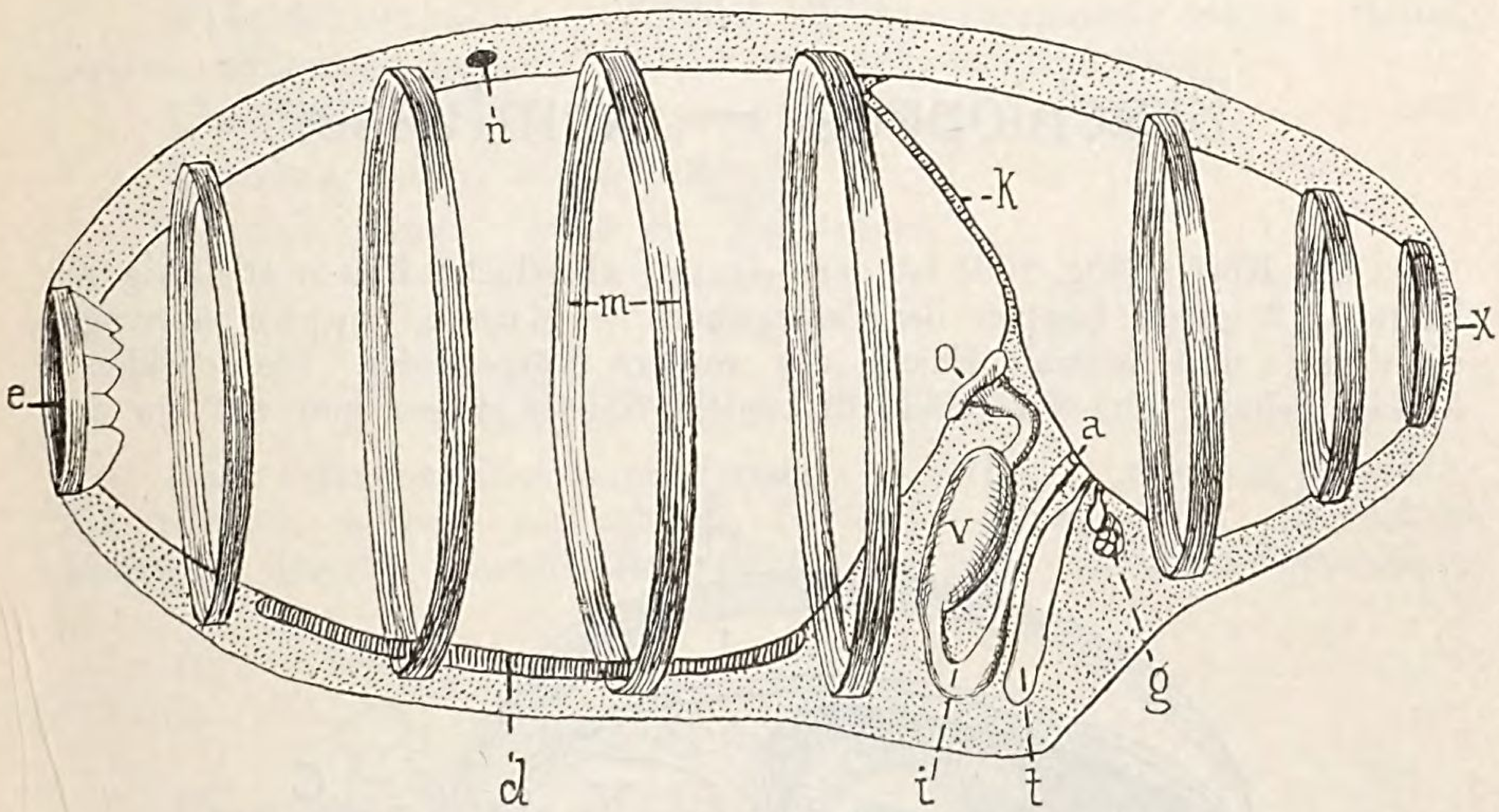


Fig. 208.

Schematische Darstellung einer Salpe. Nach Borgert.

a After, *d* Endostyl, *e* Mund, *g* Eierstock, *i* Darm, *k* Scheidewand des Pharyngealsackes und der Peribranchialhöhle, *m* Muskelreifen, *n* Ganglion, *o* Eingang in die Speiseröhre, *t* Hoden, *v* Magen, *x* Ausströmungsöffnung.

Regelmässig wechseln im Rahmen einer Species geschlechtliche Generationen: Einzelsalpen und ungeschlechtlich durch Knospung der Einzelsalpen erzeugte Salpenketten mit einander. Die Einzelsalpen erhalten niemals Gonaden. während die Kettentiere proterogyne Hermaphroditen sind. Ca. 30 Arten,

I. Ordnung. Desmomyaria.

Mantel dick. Muskelreifen nicht ringförmig geschlossen. Querer Mund mit Klappe. Scheidewand von 2 grossen Kiemenspalten durchbohrt. Leibeshöhle und deren Organ sehr klein.

Salpa democratica (Forsk.) — Einzelsalpe.⎫ *Mittelmeer.*
Salpa mucronata (Forsk.) — Kettensalpe. ⎭

II. Ordnung. Cyclomyaria.

Mantel zart. Muskelreifen geschlossen. Mund und Auswurfsöffnung von kleinen Läppchen umsäumt. Scheidewand von vielen Kiemenspalten

durchbohrt. Eingeweide nicht eng gedrängt. Gonaden gleichzeitig reifend. Wechsel von einer geschlechtlichen und zwei ungeschlechtlichen Generationen.

Doliolum Mülleri (KROHN.) *Mittelmeer*, *atlantischer Ocean.*

VII. Typus.

Brachiopoda — Armfüsser.

Der Körper (Fig. 209) ist dorso-ventral abgeflacht, hinten stielartig verlängert. 2 grosse Lappen der Leibeswand — Mantellappen überragen die dorsale und ventrale Fläche des vordern Körperendes. Sie scheiden 2 kalkige Schalen ab, von denen die ventrale immer grösser und von der dor-

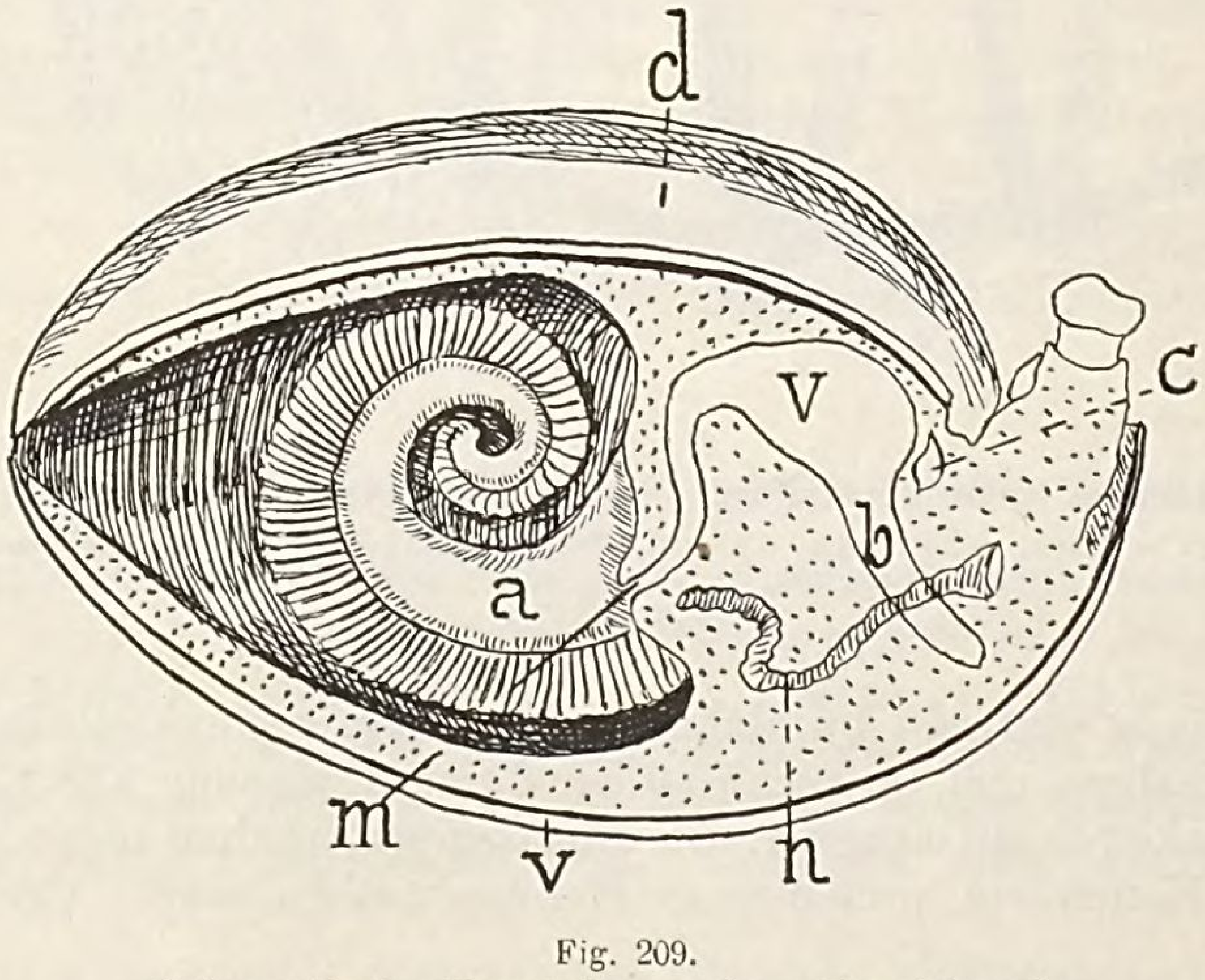


Fig. 209.
Schematische Darstellung eines Brachiopoden.
a Arme, *b* Blindsack des Magens, *c* Herz, *d* dorsale Schale, *m* Mund, *n* Niere, *v* Magen, *v* ventrale Schale.

salen wie von einem Deckel verschlossen ist. Am Munde (Fig. 209 *m*) liegt eine kreis- oder nierenförmige Scheibe, mit wimpernden Tentakeln besetzt; sie wächst in 2 lange Fortsätze — Arme (*a*) aus, welche gewöhnlich spiral eingerollt in der Mantelhöhle liegen.

Die Leibeshöhle erstreckt sich durch den ganzen Körper, sogar in die Mantellappen. Bindegewebige Scheidewände zerlegen sie in mehrere kleine Kammern. Der wohlentwickelte Darm lässt einen Magen (*v*) und eine ansehnliche Leber unterscheiden. Ein After fehlt jedoch sehr vielen Arten. Um die Speiseröhre zieht der Nervenring mit einer schwachen dorsalen und dickeren ventralen Anschwellung. Das Blut erfüllt die Leibeshöhle und wird von dem

dorsal über dem Magen liegenden Herzen (*c*) bewegt, welchem einige grössere Gefässstämme ansitzen. Die männlichen und weiblichen Gonaden erfüllen als paarige Massen die Leibeshöhle. 1 oder 2 Paar Exkretionskanäle (*n*) mit weiter Trichtermündung in der Leibeshöhle ziehen rechts und links vom Darme und münden zu Seiten des Mundes. Die Bewegung der Schalenhälften besorgen besondere Öffnungs- und Schliessmuskeln. 2550 fossile, 110 lebende Arten.

I. Ordnung. Ecardines.

Beide Schalenhälften nur durch Muskeln zusammengehalten. Mantellappen vollkommen getrennt. Darm mit rechtsseitigem After.

Lingula anatina (Lam.). *Philippinen, Molukken.*

Discina. *Silur bis Gegenwart.*

Crania (Retz.). *Silur bis Gegenwart.*

II. Ordnung. Testicardines.

Beide Schalenhälften durch Fortsätze — Schloss gelenkig verbunden. Mantellappen teilweise verwachsen. Die Arme häufig durch ein kalkiges Gerüst der dorsalen Schalenhälfte gestützt. After fehlt. Darm blind geschlossen.

I. Unterordnung. Productacea.

Productus giganteus (Mart.). *Subkarbon.*

Orthis striatula (Schl.). *Devon.*

II. Unterordnung. Spiriferacea.

Spirifer macropterus (Gf.). *Unterdevon.*

Atrypa reticularis (L.). *Silur, Devon.*

III. Unterordnung. Terebratulacea.

Rhynchonella varians (Schl.) *Oberer Dogger.*

Terebratula.

Stringocephalus Burtini (Dfr.). *Mitteldevon.*

VIII. Typus.

Bryozoa — Moostierchen.

Kleine Kolonien bildende Tierchen. Der Körper (Fig. 210) ist lang oder kurz schlauchförmig und mit dem Hinterende festgewachsen. Er zerfällt durch eine taschenförmige Ringfurche in zwei Zonen: eine hintere becherförmige und eine vordere, welche mit einem quer gestellten breiten Lappen — Lophophor (*l*) endet. Auf dem meist nach der Dorsalseite ausgezogenen, kreis- oder hufeisenförmigen Lophophor wurzeln cylindrische, mit Flimmerepithel überkleidete, wenig bewegliche Fortsätze — Tentakel (*t*). Die Leibeshöhle ist besonders im hinteren Körperabschnitte geräumig.

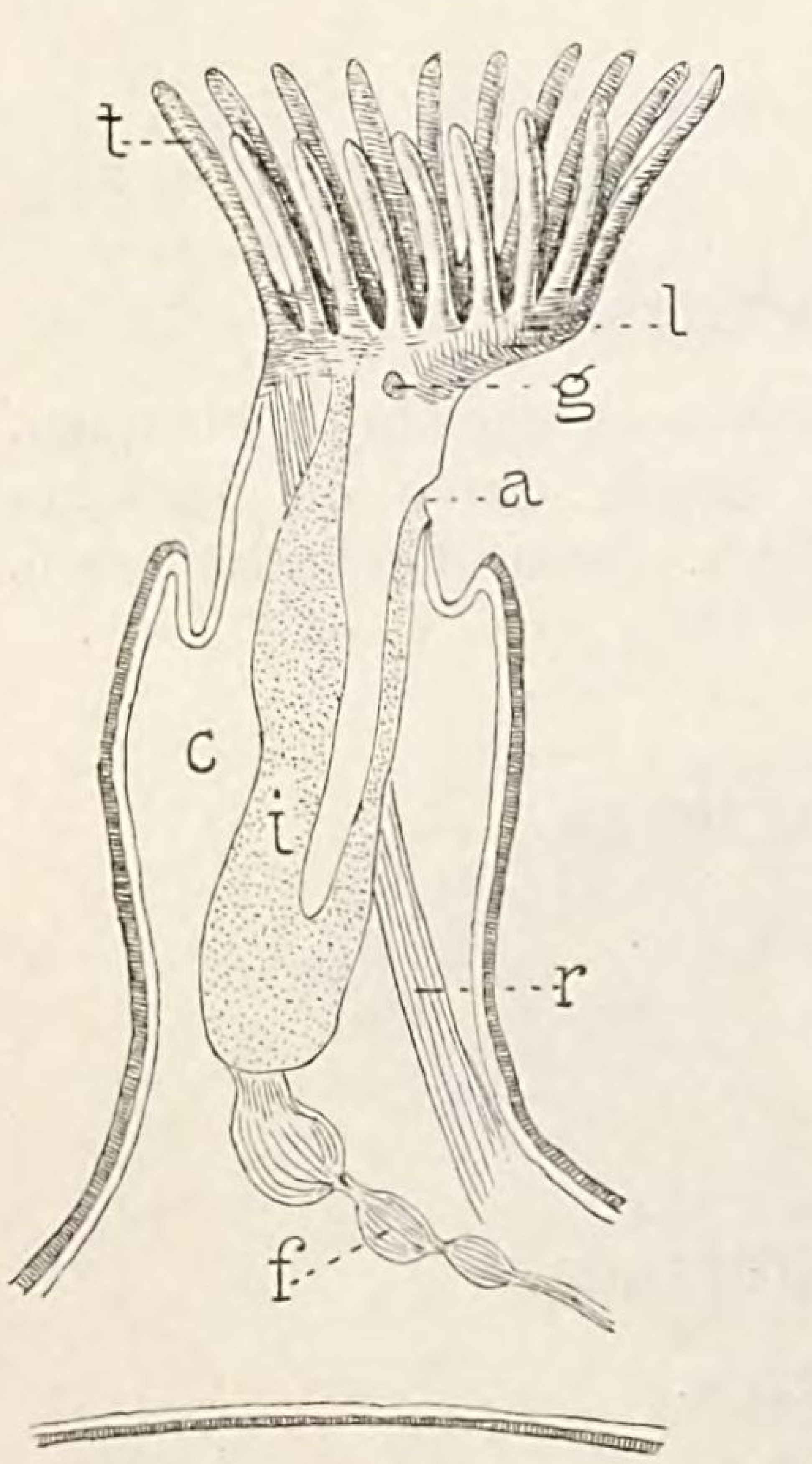


Fig. 210.
Schematische Darstellung einer Bryozoe.
a After, *c* Leibeshöhle, *f* Funiculus, *g* Ganglion, *i* Darm, *l* Lophophor, *r* Retraktor, *t* Tentakel.

Die Leibeswand — sog. Endocyste wird von einfachem äussern Epithel und einer Bindegewebsschichte aufgebaut. Das Epithel der hinteren Körperzone scheidet eine feste chitinöse, oft verkalkende Cuticula ab wie eine Hülse — Ectocyste (Fig. 210, horizontal schraffiert). Die Haut der vorderen Körperzone bleibt immer weich, so dass der von einer Ringtasche umgrenzte Abschnitt leicht in die Ektocyste zurückziehbar ist durch die Kontraktion langer Muskelstränge — Retraktoren (*r*), welche an der Basis des Lophophors entspringen und zum hinteren Ende der Leibeshöhle ziehen.

Der Mund liegt inmitten des Lophophors. Der Darm (*i*) bildet eine rückläufige Schlinge in der Leibeshöhle, an der Umbiegungsstelle in einen Magenraum erweitert. Der After (*a*) liegt dorsal neben dem Lophophor. Dünne Fäden und ein derberer Strang — Funiculus (*f*) ziehen gleich Haltebändern von der Körperwand an den Darm. Zwischen Mund und After ist das dorsale Ganglion (*g*) eingeschoben. Von ihm strahlen die Nerven an die Organe. Als Exkretionsorgane dienen zwei zarte Schläuche, die offen in der Leibeshöhle liegen und neben den Tentakeln münden. Herz und Gefässe fehlen, ebenso besondere Ausführgänge für die Geschlechtszellen.

Die Bryozoen sind Hermaphroditen. Ihre Keimzellen sprossen (wie bei vielen Gliederwürmern) an der Wand der Leibeshöhle: die Eizellen an der Körperwand, die Samenzellen am Funiculus. Die Befruchtung erfolgt oft

in der Leibeshöhle, in manchen Fällen auch die Eientwickelung, wobei besondere Bruttaschen — Ooecien als Ausstülpungen der Körperwand gebildet werden. Daneben kommt die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung vor und erzeugt moosähnliche Kolonien, deren Individuen oft ausgeprägt polymorph werden. Besonders bei den meerbewohnenden Arten fallen die zu zweiarmigen Zangen umgebildeten Individuen — Avicularien (die eine entfernte Ähnlichkeit mit einem Vogelkopfe haben) und die Vibracularien, Individuen mit einem langen Borstenfaden auf. Bei den Süsswasserbryozoen entstehen gegen Ende des Sommers am Funiculus Zellenhaufen — Statoblasten, welche sich mit einer harten linsenförmigen Chitinschale umhüllen und überwintern, um im Frühjahre als neue Individuen auszuwachsen. 1850 fossile, 710 lebende Arten.

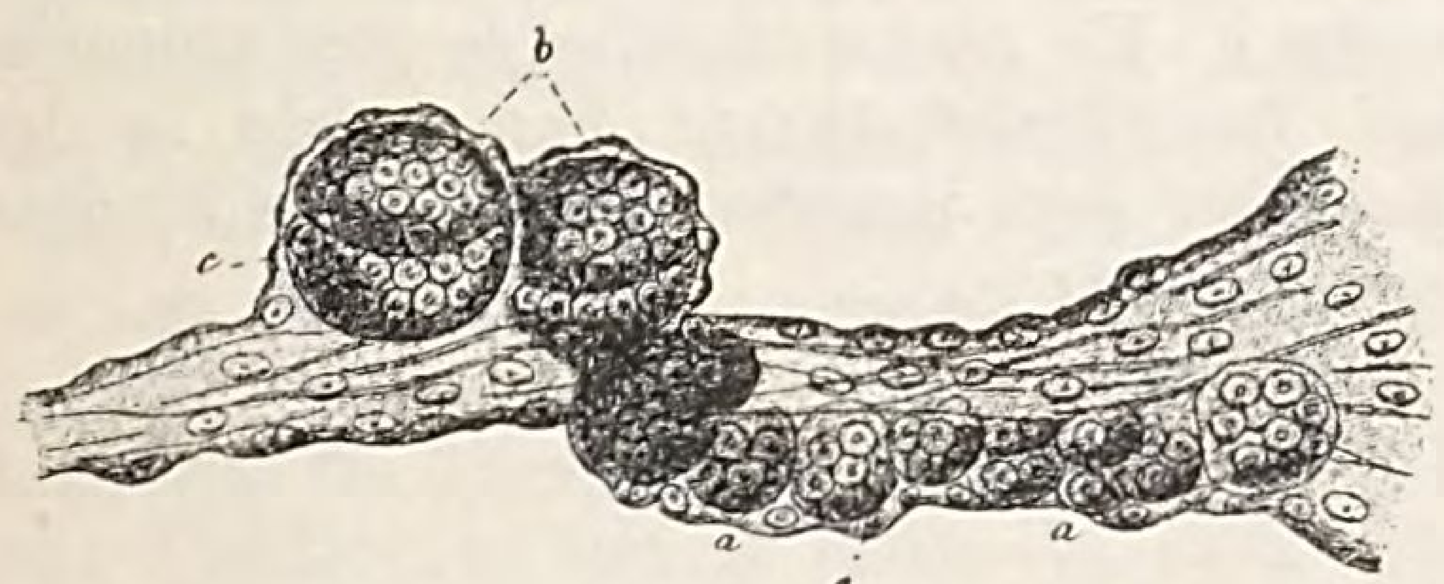


Fig. 211.
Funiculus mit Statoblasten.
a ganz junge Statoblasten, *b* ältere Statoblasten, *c*, *e* Funiculusepithel.

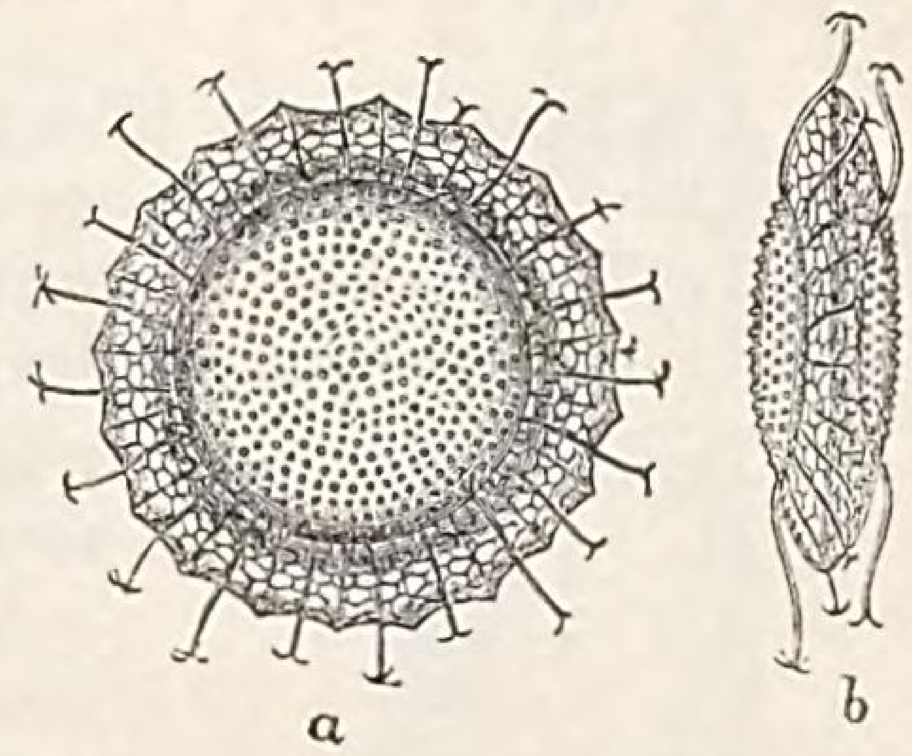


Fig. 212.
Statoblast von Cristatella. Nach Allmann.
a von der Fläche, *b* von der Kante gesehen.

Bryozoa Ectoprocta.

After neben dem Lophophor.

I. Ordnung. Phylactolaemata.

Kolonien im Süsswasser. Zungenförmige Deckfalte an der Mundöffnung. Lophophor hufeisenförmig.

Cristatella mucedo (Cuv.). — *Europa.* Kriechende Kolonien.

Plumatella repens (L.). *Europa.*

II. Ordnung. Gymnolaemata.

Polymorphe Kolonien im Meere. Mund ohne Deckfalte. Lophophor rund.

Membranipora. *Untere Kreide bis Gegenwart.*

Bugula avicularia (Ok.). *Europäische Meere.*

Alcyonidium gelatinosum (Johnst.). *Nordsee.*

Diastopora obelia (Johnst.). *Europäische Meere.*
Fenestella (Lonsd.). *Paläozoische Gattung.*
Ceriopora. *Mesozoische Gattung.*

Anhang. Endoprocta.

Die Endoprocten bilden eine besondere Gruppe, welche nur äusserliche Ähnlichkeit mit den Bryozoen besitzen. Es sind einzellebende oder kolonienbildende Tiere ohne Leibeshöhle. Der Tentakelkranz kann nicht in den Körper zurückgezogen werden. Der After liegt innerhalb des Tentakelkranzes.

Pedicellina echinata (Sars.). *Mittelmeer, Nordsee.*

IX. Typus.

Rotatoria — Rädertierchen.

Im Wasser lebende kleine Tiere, deren Körper (Fig. 213) durch äussere Hautfurchen in sehr ungleichartige Bezirke (jedoch niemals innerlich) gegliedert ist. Das Vorderende des Körpers ist schräg gegen den ventral gelegenen Mund abgestutzt und mit Flimmern besetzt — sog. Räderorgan (*r*). Typisch sind zwei parallele Flimmerkränze, ein stärkerer, meist vor dem Munde ziehender präoraler Kranz — Trochus und eine feine postorale Zone — Cingulum. Der Trochus hat lokomotorische Funktion; das Cingulum, das sich oft in den Mund fortsetzt, strudelt Nahrung herbei. Hinter dem dorsalen After verjüngt sich der Leib und bildet einen gewöhnlich gegliederten und in zwei Zehen gegabelten schmalen Fortsatz — sog. Fuss.

Die Geschlechter sind so hochgradig dimorph, dass zunächst der Bau der stets massenhaft im Wasser schwimmenden Weibchen allein besprochen werden muss. Die Haut sondert eine feste, in mehrere ungleichförmige Panzerringe gegliederte Cuticula ab und umspannt die weite Leibeshöhle. Der meist etwas ventral verschobene Mund führt in den erweiterten muskulösen Schlundkopf — sog. Kaumagen (*k*), wo ein chitinöses Kaugerüste die Nahrungsbissen zerhackt. Dasselbe ist dreiteilig, da zwei dorsale Stücke — Malleus (jeder aus zwei gelenkig verbundenen Stücken bestehend) und ein ventrales Stück — Incus gegen einander wirken. In den Schlundkopf münden auch Speicheldrüsen. Dann folgt der weite Magendarm (*m*) und der bewimperte Enddarm steigt zum dorsalen After (*cl*) an der Basis des Fusses.

In den Enddarm münden die Exkretionskanäle (*g*), zwei gewundene Längskanäle, die vom Vorderende lateral durch die Leibeshöhle ziehen und in einer

kontraktilen Endblase (*eb*) zusammenkommen, welche direkt mit dem Enddarm kommuniziert. Die Exkretionskanäle öffnen sich nicht in die Leibeshöhle. Ihr vorderes Ende ist blind geschlossen. Doch zeigen sie ab und zu kleine Erweiterungen ihres Lumens, wo eigenartige Geisselzellen — sog. Zitterflammen die Strömung des flüssigen Inhaltes erregen. Eine körnchenhaltige Flüssigkeit — sog. Blut erfüllt die Leibeshöhle. Das aus zwei Ganglien verschmolzene Nervencentrum — sog. Gehirn liegt dorsal vor dem Schlunde.

Die paarigen Ovarien (*o*) liegen seitlich vom Darme in der Leibeshöhle. Sie gliedern sich in Keim- und Dotterstöcke. Die beiden Ovidukte münden in den Enddarm, so dass (wie bei Wirbeltieren) durch den After Kot, Harn und Eier entleert werden. Am Hinterende liegen zwei Fussdrüsen (*kd*), welche an der Zehenspitze münden. Ihr Sekret benutzen die Tiere, um sich zeitweilig festzukleben. Am Vorderende springt meist ein zarter Fortsatz: der unpaare dorsale Stirntaster, manchmal paarige Lateraltaster vor.

Die einfacher organisierten Männchen wurden bisher selten und in geringer Zahl beobachtet. Ihr Räderapparat ist einfach. Der Mund fehlt. Der Darm ist ein unregelmässiger Zellstrang ohne deutliches Lumen. Der birnförmige Hoden mündet an der Spitze eines dorsalen Körperfortsatzes — Begattungsglied oder am zugespitzten Hinterende. Die Rotatorien produzieren verschiedene Eier zu verschiedenen Zeiten des Jahres: grosse dünnschalige Sommereier, aus welchen Weibchen, kleine dünnschalige Sommereier, aus welchen Männchen ausschlüpfen, und dickschalige Wintereier im Herbste. 350 Arten, vorwiegend im Süsswasser.

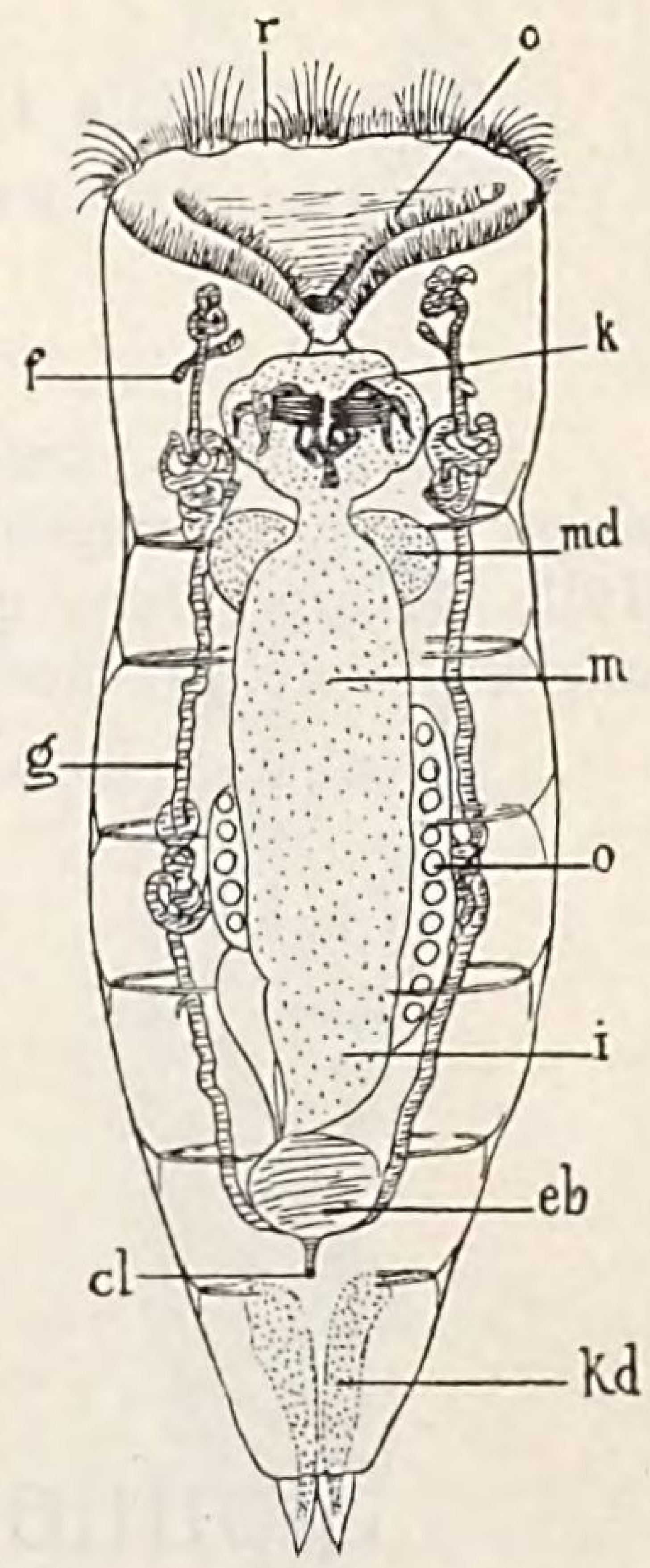


Fig. 213.
Hydatina senta. Nach Weber.
cl After, *eb* Endblase, *f* Wimperflamme, *g* Exkretionskanal, *i* Darm, *k* Kaumagen mit dem Kaugerüst, *kd* Kittdrüsen, *m* Magen, *md* Magendrüsen, *o* Mund, *o* Ovarium, *r* Räderorgan.

I. Ordnung. Digonata = Philodinida.

Dicht hinter dem Räderorgane entspringt zwischen dessen beiden Lappen ein grosser dorsaler, einstülpbarer Rüssel, dessen Vorderende einen Wimperschopf trägt. Körper gestreckt, wurmartig. Fuss gross, einziehbar. Räderorgan mit zwei seitlichen Lappen, laterale Taster fehlen. Zwei halbkreisförmige Chitinplatten des Schlundkopfes. Endblase der Exkretionskanäle fehlt. Die paarigen Geschlechtsorgane weisen je zwei Keim- und Dotterstöcke und zwei Ovidukte auf.

Rotifer vulgaris (Ehrbg.). *Ganz Europa.* Mit Augen.

Philodina macrostyla (Ehrbg.). *Europa.* Mit Augen.

II. Ordnung. Monogonata.

Dorsaler Rüssel fehlt. Räderorgan mit lateralen und dorsalen Tastern. Unpaares Ovarium, stets mit Ovidukt. Mitteldarm aus grossen Zellen.

1. Familie: Hydatinidae = Illoricata.

Ungepanzert, sackförmig.

Hydatina senta (Ehrbg.). *Deutschland.* (Fig. 213).

2. Familie: Loricata.

Rumpfcuticula fest als Panzer, Fuss weich.

Brachionus urceolaris (Ehrb.). *Europa.*

3. Familie: Tubicolaria.

Die jungen freischwimmenden Tiere setzen sich einzeln oder in Kolonien fest und umgeben sich meist mit einer sehr durchsichtigen, gallertigen Hülle. Körper lang gestreckt, mit langem Fuss. Räderorgan gross. Darm hufeisenförmig gekrümmt, After weit vorgerückt.

Floscularia appendiculata (Leyd.). *Deutschland.*

X. Typus.

Sipunculida — Sternwürmer.

Cylindrische, nicht segmentierte Würmer. Die Haut ist oft mit kleinen Warzen übersät. Die Körperwand besteht aus Cuticula und Epidermis, einer muskulösen Rings-, Diagonal- und Längsfaserschicht. Die mit flachem Peritonealepithel ausgekleidete Leibeshöhle ist weit. Der vordere Körperpol, der die Mundöffnung trägt, ist zapfenförmig ausgezogen — Rüssel und kann durch ein, zwei oder vier Längsmuskeln — Retraktoren in die Leibeshöhle eingebuchtet werden. Die Aussenfläche des Rüssels ist meist mit Hacken bewehrt. Ausstülpungen des Mundrandes bilden einen Tentakelkranz, der durch Retraktoren in den Schlund geborgen wird. Der Darm zieht vom Munde durch die Leibeshöhle fast bis zum hinteren Körperende und dann in einer rückläufigen Schlinge zum dorsalen, dem vorderen Körperpole nahe gerückten After (*a*). Die beiden Schenkel der Darmschlinge laufen nicht gerade neben einander, sondern sind in eine rechts gewundene (doppelte oder vierfache) Spirale (*i*) gedreht, welche durch fadenförmige Muskeln an der Körperwand fixiert ist.

Als Nervensystem funktioniert ein einfacher, nicht in Ganglienknoten gegliederter Längsstrang. Die geschlossene Blutgefässbahn folgt als einfacher (dorsaler) oder doppelter (dorsaler und ventraler) Schlauch (sog. Herz) dem Darm und spannt um den Mund einen Gefässring, der Zweige in die Tentakel sendet. Zwei keulenförmige Exkretionsschläuche (*x*) münden in der Nähe des Afters. Die Sipunculiden sind getrennten Geschlechtes. Die Keimzellen entstehen auf Querleisten des Peritonealepithels an der Basis der ventralen Rüsselretraktoren und werden durch die Exkretionsschläuche entleert.

1. Genus. Phascolosoma (F. S. LEUCK.). Längsfaserschicht des Hautmuskelschlauches kontinuierlich. Tentakelkranz um den Mund. Zwei Exkretionsschläuche. Vollständige Darmspirale.

Phascolosoma vulgare (BLAINV). *Europäische Küsten und Rotes Meer.* Stachelartige Hautpapillen am Hinterende. Zwei Augenflecke. 16 blattförmige Tentakel, vier Rüsselretraktoren.

2. Genus. Phascolion (THÉEL). Tentakelkranz um den Mund. Darm bildet unvollständige Spiralen. Höchstens zwei Rüsselretraktoren. Ein rechter Exkretionsschlauch. Haftpapillen der Haut. Leben in Schneckenschalen oder Röhren.

Phascolion strombi (MONT.). *Europ. Meere.* 20 Tentakel.

3. Genus. Phymosoma (SEL. und DE MAN.). Längsfaserschicht in Stränge geordnet. Einfacher hufeisenförmiger Tentakelkranz dorsal vom Munde verschoben. Zwei Augenflecke. Haut mit Papillen und Haken. Vier Retraktoren.

Phymosoma scolops (SEL. und DE MAN.). *Indisches Meer.* 15—17 Hakenringe an Rüsselspitze. 12 Tentakel.

4. Genus. Sipunculus (L.). Längsfaserschicht des erwachsenen Tieres wird in Stränge gesondert. Ohne Papillen und Haken. Dicke Tentakel um den Mund Ein oder zwei Darmgefässe. Enddarm mit Blindsäcken.

Sipunculus nudus (L.). *Europ. Meere.*

Genus Priapulus. Ohne Fühler. Rüssel mit Haken. After am Hinterende. Darm nicht gewunden. Ohne Exkretionsschläuche. Zwei sackförmige Gonaden münden nahe dem After.

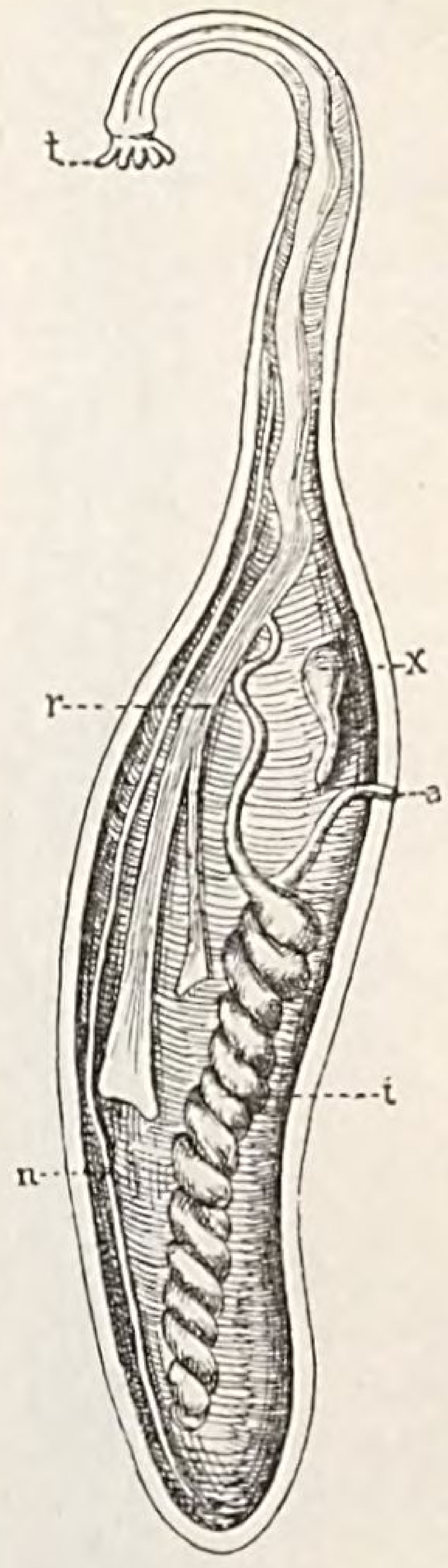


Fig. 214.
Schematischer Längsschnitt durch einen Sipunculiden.
a After, *i* Darmspirale, *n* Nervenstrang, *r* Rückziehmuskeln des Rüssels, *t* Tentakeln, *x* Exkretionsorgan.

Priapulus caudatus (LAM.). *Nordeurop. Meere.* Dünnes Schwanzende mit Papillen besetzt.

XI. Typus.

Nemathelminthes — Rundwürmer.

I. Klasse. Nematodes — Fadenwürmer.

Der Leib (Fig. 215) ist cylindrisch, an beiden Enden zugespitzt. Seine aus Haut und Muskelschichte bestehende Körperwand umschliesst die einfache Leibeshöhle. Die Haut, eine vorwiegend faserige, von Kernen regellos durchsetzte Membran — sog. Subcuticula scheidet eine dicke Cuticula ab. Ihre

Innenfläche springt längs zweier lateraler Streifen (*s*) als stärkerer, längs zweier medialer Streifen als schwächerer Wulst ein und teilt dadurch den von ihr umspannten Muskelschlauch in vier Felder. Äusserlich zeichnen sich die lateralen Innenwülste als helle Seitenlinien ab.

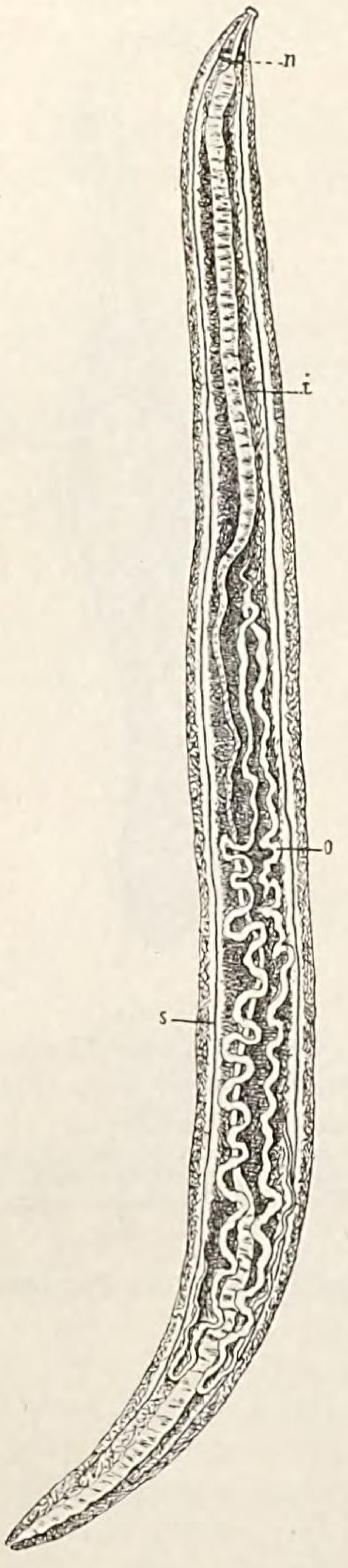


Fig. 215.
Schematische Darstellung eines Nematoden, der Länge nach aufgeschnitten.
i Darm, *n* Nervenring, *o* Eierstock, *s* Exkretionsgefäss der Seitenlinie.

Der Mund an der vorderen Körperspitze führt in den geraden muskulösen Ösophagus, dessen hintere kugelige Anschwellung — Bulbus saugend wirkt. (Der Bulbus ist schwach bei parasitierenden Arten). Daran schliesst sich der dünnwandige, einer Muskelhülle entbehrende Darmschlauch, durchsetzt die Leibeshöhle in axial gerader Richtung und endet ventral vor dem Hinterende im After. In geringer Entfernung vom Munde umspannt ein Nervenring (*n*) den Schlund, davon strahlen je 6 Stämme nach vorn und hinten aus. Rückwärts laufen 2 starke mediane Nerven und 4 Sublateral-Nerven (dicht neben den Seitenlinien), letztere enden in einiger Entfernung hinter dem Schlundring; nach vorne strahlen 2 Seiten- und 4 Submediannerven. Die Exkretionsorgane: zwei dünne Längsgefässe (*s*) sind den Seitenwülsten der Körperwand eingebettet und münden vereint ventral nahe oder ferner dem vorderen Körperende. Besondere Cirkulations- und Atmungsorgane fehlen.

Die Geschlechter sind fast immer getrennt und durch starken Dimorphismus ausgezeichnet: die ♂ gewöhnlich kleiner als die ♀. Als Genitalorgane fungieren lange gewundene Schläuche, deren solide, um einen achsialen Plasmastrang (Rhachis) geordnete Zellenfülle in Keimzellen umgebildet wird: Der Hoden, ein unpaarer Schlauch, dessen erweitertes Hinterende durch den engen kurzen Ductus ejaculatorius in den letzten Abschnitt — Kloake des Enddarmes mündet; 2 Seitentaschen oberhalb der letzteren bergen die chitinösen Begaattungsstäbchen — Spicula. Seitliche Verdickungen der Haut am After (sog. Bursa) werden manchmal als Hilfsorgane der Begattung mächtig entfaltet. Die weiblichen Organe (*o*), lange paarige Schläuche konvergieren in der unpaaren Vagina, die in der ventralen Mittellinie vor dem After mündet. Die Entfernung der weiblichen Geschlechtsöffnung vom After ist in den einzelnen Arten recht verschieden.

Viele Arten der Nematoden leben frei im Meer und Süsswasser, im Schlamme und der Erde, aber recht viele sind Endoparasiten. 1100–1200 Arten.

1. Familie: Anguillulidae.

Mund ohne Papillen. Der Ösophagus mit 2 Anschwellungen, die hintere umschliesst einen dreiklappigen Zahnapparat. ♂ mit Bursa, 2 Spicula.

Anguillula aceti (Ehrbg.). — Essigälchen. ♂ ohne Bursa. ♀ 2 mm. ♂ 1 mm. *Leben in Kleister und Essigpilzen.*

Tylenchus tritici (Schn.) — Weizenälchen. Stachel in der Mundhöhle. ♀ 4,5 mm, ♂ 2 mm, ♀ spiralig gewunden, ♂ gerade. *Schmarotzen in Waizenpflanzen.* Die Larven ruhen in den *Waizenkörnern.*

Heterodera Schachtii (Schm.). — Fadenwurm der Rübenmüdigkeit. Stachel in der Mundhöhle. ♀ citronenförmig, ♂ schlank. Schmarotzen *in Rüben.*

Rhabditis nigrovenosa (Rud.). ♀ 0,65, ♂ 0,5 mm. Die einander folgenden dimorphen Generationen leben parasitisch in der *Lunge der Frösche* oder in *schlammiger Erde.*

2. Familie: Mermithidae.

6 Mundpapillen, Mund mit festen Hornringen. 2 gleiche Spicula. Ohne After. Die geschlechtsreifen Tiere leben frei in feuchter Erde, die Larven in Insekten.

Mermis nigrescens (Duj.). *In der Leibeshöhle verschiedener Insekten.*

3. Familie: Gordiidae.

Ohne Mundpapillen und Seitenlinie. Darm vorne verödet. Kloake in beiden Geschlechtern. Kein Spiculum.

Gordius aquaticus (Duj.). 28—89 cm lang. Die Larven wandern in *Insektenlarven*, entwickeln sich in der *Leibeshöhle von Raubinsekten*, wandern aus und werden frei im *Wasser* lebend geschlechtsreif.

4. Familie: Ascaridae.

Mund mit drei, einer dorsalen und zwei ventralen Lippen. 2 Spicula. ♀ Geschlechtsöffnung vor der Körpermitte. Parasiten.

Ascaris megalocephala (Cloq.). — Pferdespulwurm. *Im Dünndarm der Pferde.*

Ascaris lumbricoides (L.) — Spulwurm. ♀ 4 cm, ♂ 2,5 cm lang. Vorderende sehr spitzig. *Im Dünndarm des Menschen, besonders der Kinder.*

Oxyuris vermicularis (L.). 1 Spiculum, Bulbus mit Zähnen. ♀ 10 mm, ♂ 4 mm. Hinterende des ♀ spitz ausgezogen, des ♂ stumpf. *Im Dickdarme des Menschen, besonders der Kinder.*

5. Familie: Strongylidae.

Papillen um die Mundöffnung, Mundhöhle mit Zähnen und Borsten bewaffnet. Ohne Erweiterung des Ösophagus. Ein glockenartiger Anhang umgiebt trichterförmig das Hinterende des ♂, 2 ungleiche Spicula. ♀ Geschlechtsöffnung meist hinter der Körpermitte.

Dochmius duodenalis (Dub.). ♀ 1,8 cm, ♂ 1 cm lang. Mundhöhle hornig, Mundrand kräftig bezahnt. Vorderende dorsal gebogen. Die jungen Tiere leben frei und parasitieren später *im Dünndarm des Menschen.*

6. Familie: Filariidae.

Langgestreckt fadenförmig. Kopfende abgerundet. 2 ungleiche Spicula. ♀ Geschlechtsöffnung vor der Körpermitte.

Filaria medinensis (Gm.), ♀ bis 80 cm lang. Dem geschlechtsreifen Tiere, welches im *Unterhautbindegewebe des Menschen* lebt, veröden Darm und After, es bricht aus den Geschwüren. Die jungen Larven dringen in kleine Cyclopiden, um sich dort zu verwandeln.

7. Familie: Trichotrachelidae.

Vorderer Körperabschnitt dünn und sehr lang, hinterer dick und kurz. Schwanzende stumpf. 1 Spiculum. Mund klein, ohne Papillen.

Trichocephalus dispar (Rud.). — Peitschenwurm. ♀ 5 cm, ♂ 4 cm lang. Hinterleib des ♂ eingerollt. *Im Dickdarm des Menschen.* Vorderteil in die Schleimhaut eingebohrt.

Trichina spiralis (Owen). ♀ 3—3 1/2 mm, ♂ 1,5 mm, ohne Spiculum. Hinterende wenig verdickt. Begatten sich im *Dünndarm des*

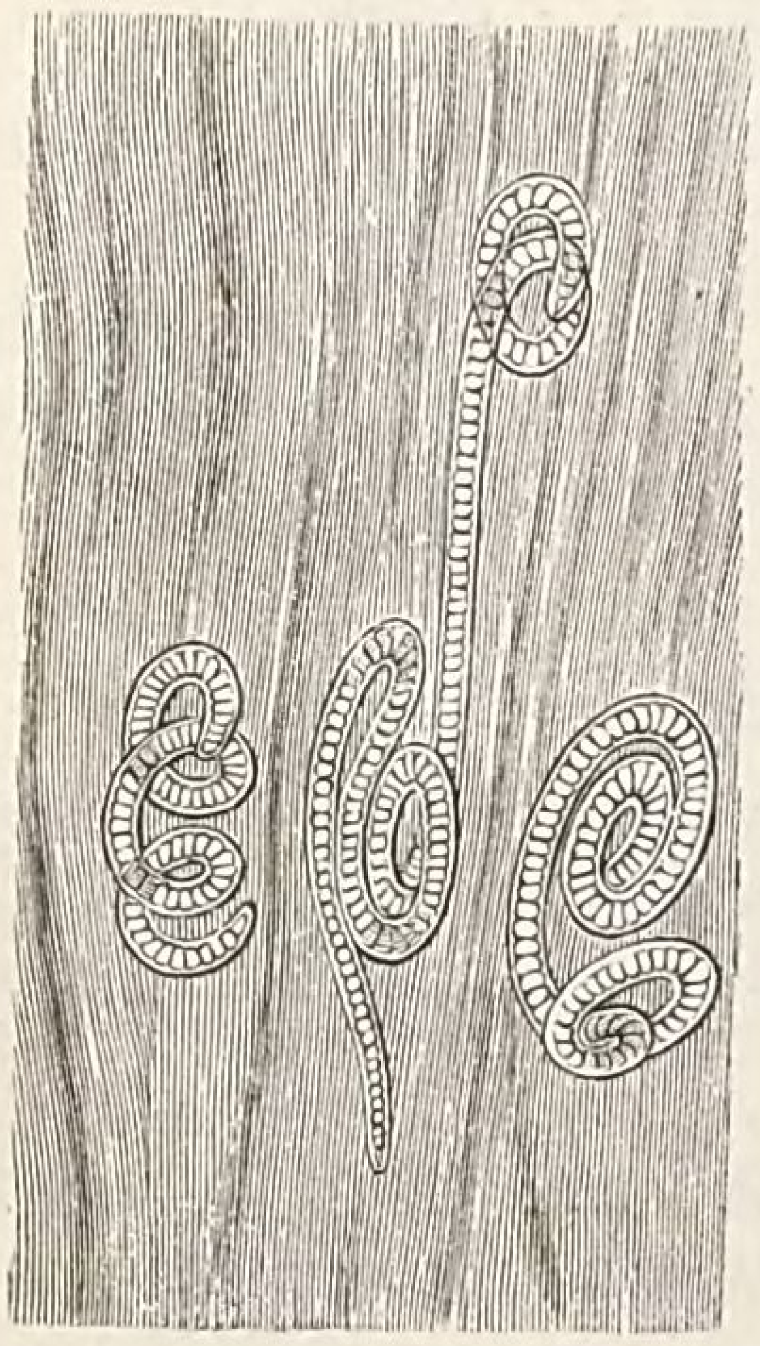


Fig. 216.
Junge Trichinen, welche eben in die Muskeln eingedrungen sind. Nach Heller.

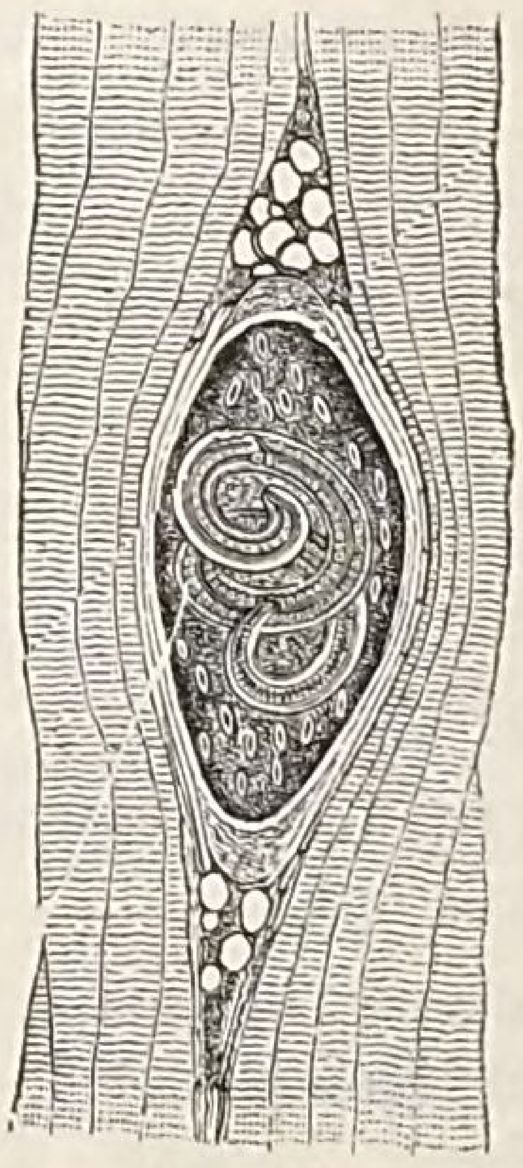


Fig. 217.
Eingekapselte Muskeltrichine. Nach Lehmann.

Menschen, der Ratte, des Schweines. Das ♀ gebiert eine ungeheuere Zahl lebendiger Junge, welche die Darmwand durchbohrend in den quergestreiften Muskeln des Wirtes sich verkapseln (Fig. 216, 217). Dort wachsen sie in die Länge und rollen sich spiralig auf. Sie bleiben lange in dem Muskelfleische liegen, bis dasselbe von einem Fleischfresser verzehrt wird, in dessen Darme die Trichinen frei und geschlechtsreif werden.

II. Klasse. Acanthocephali — Kratzer.

Parasitische Rundwürmer (Fig. 218) ohne Darm, Mund und After. Nur die Geschlechtsorgane erfüllen die geräumige Leibeshöhle. Die Haut, eine Ring- und eine innere Längsmuskelschichte bilden die Körperwand. Diese ist am verjüngten Vorderende des walzigen Körpers taschenartig eingebuchtet als sog. Rüssel; er trägt zweierlei Haken und kann sowohl als Zapfen — Rüssel vorgestossen, wie als Tasche in den Körper eingezogen werden. Die darunter liegenden Muskelschichten bilden die Rüsselscheide (*rs*). Von der letzteren sind Muskelbündel an die Rüsselhaut gespannt, um den ausgestülpten Rüssel wieder zurückzuziehen. Ferner haftet je ein dorsal und ventral der Leibeswand entspringender Rückziehmuskel an der Rüsselscheide, um sie tiefer in die Leibeshöhle zu schieben. In der Haut, welche Flüssigkeit aus dem Darmkanale der Wirte endosmotisch aufsaugt, verzweigt sich ein Netz unregelmässiger Lakunen und reicht in 2 Wülste der Körperwand — Lemnisci (*l*), welche seitlich an der Rüsselscheide liegen. Diese pumpen ihre Flüssigkeit in die Rüsselscheide, wenn der Rüssel ausgestülpt wird und dienen als Reservoir, wenn er eingestülpt liegt. Ein Ganglion (*g*) im Grunde der Rüsselscheide sendet vordere und hintere Nerven in den Körper. Vom Grunde der Rüsselscheide zieht eine Membran — Ligamentum suspensorium (*lg*) durch die Leibeshöhle als Aufhängeband der Geschlechtsorgane.

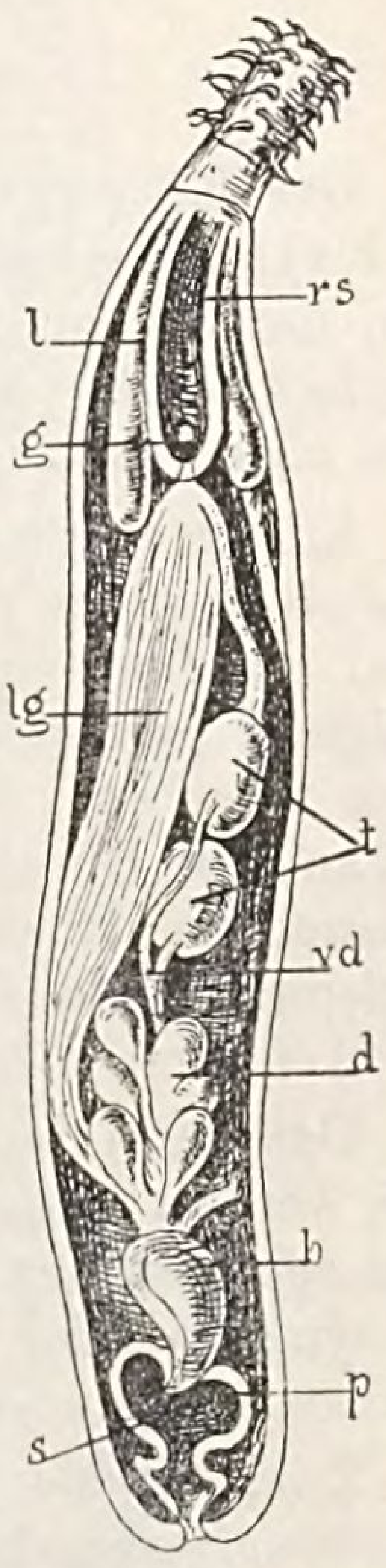


Fig. 218.
Echinorhynchus, der Länge nach aufgeschnitten. Nach Leuckart.

b Samenblase, *d* Kittdrüsen, *g* Ganglion, *l* Lemniscus, *lg* Ligament, *p* Penis, *rs* Rüsselscheide, *s* Bursa copulatrix, *t* Hoden, *vd* Samenleiter.

Die Männchen besitzen paarige Hoden (*t*) nebst Samenleitern (*vd*), die 6 sog. Kittdrüsen (*d*) bilden, bald verschmelzen und in einem Penis (*p*) enden. Derselbe springt aus dem Grunde einer am hinteren Leibesende liegenden vorstülpbaren Tasche — Bursa copulatrix (*s*) vor. Die Weibchen sind mit paarigen Ovarien und Ovidukten ausgestattet. Die Ovarien der geschlechtsreifen Tiere zerfallen in Eiballen, welche in der Leibeshöhle flottieren und von der glockenartigen Öffnung der verschmolzenen Eileiterenden eingeschluckt werden. Nur die reifen Eier bleiben in den Ovidukten, die unreifen werden durch ein tiefer liegendes Loch der Eileiterwand wieder in die Leibeshöhle zurückverwiesen. Die kurzen Eileiter vereinen sich zu einem unpaaren weiten, muskulösen Raum (Uterus), der durch die Scheide am hinteren Körperpole mündet. Die Larven dringen in die Leibeshöhle von Krebsen und Insekten und werden erst im Darme von Wirbeltieren geschlechtsreif. Über 100 Arten.

Echinorhynchus gigas (Goeze). *Im Dünndarme der Wildschweine.* Rüssel mit 6 Querreihen von je 8 Haken. ♂ 9 cm, ♀ 50 cm lang.

XII. Typus.

Nemertina — Schnurwürmer.

Der Körper von Nemertinen (Fig. 219) ist platt langgestreckt und besitzt keine Leibeshöhle. Drüsiges Flimmerepithel bekleidet seine Aussenfläche, unter ihm folgt ein aus Rings-, Längs- und Diagonalfasern gefügter Muskelschlauch. Alle Organe sind in gallertiges Bindegewebe — Parenchym eingebettet.

Eine ventrale Öffnung am Vorderende führt in einen langen Schlauch — Rhynchodaeum (*r*), welcher ausgestülpt werden kann, um als langer Tastrüssel zu funktionieren. Das Rhynchodäum ist von einem weiten, mit Flüssigkeit erfüllten muskulösen Sacke — Rüsselscheide, Rhynchocölom umgeben. Muskeln sind zwischen dem Grunde des Rüsselsackes und der Wand der Rüsselscheide ausgespannt, sie wirken als Rückziehmuskeln des ausgestreckten Rüssels. Am Grunde des Rüsselsackes, der ausgestülpt die Rüsselspitze bildet, liegt häufig ein Stachel — Stilet (*st*) und die Mündung einer Giftdrüse (*d*).

Der Darm durchzieht die Längsachse unter der Rüsselscheide. Die Mundspalte, ventral hinter der Rüsseltasche, führt in die drüsenreiche Speiseröhre. Daran schliesst der Drüsenzellen entbehrende Mitteldarm, welcher eine grosse Zahl symmetrischer Seitentaschen (*t*) ausbuchtet. Der kurze Enddarm zieht zum endständigen After.

Zwei dorsale und zwei ventrale Ganglienhaufen, durch eine ringförmige Kommissur verbunden — sog. Gehirn (*g*), umlagern die Rüsselscheide. Die ventralen Ganglien entsenden zwei laterale Nervenstämme (*sn*) durch den Körper, welche mittels feiner Querkommissuren und einer grösseren Analkommissur verknüpft sind.

Das Blut (farblos oder rot) strömt in einem dorsalen und zwei seitlichen Längsgefässen, die durch vordere Kopf- (*kg*) und hintere Analkommissuren zusammenhängen. Ein symmetrisches Paar kurzer Exkretionsschläuche (*e*) ist neben dem Vorderdarme oder dicht hinter dem Gehirne eingelagert und mündet durch zwei Pori aus.

Viele besitzen Augen an der Kopfspitze, teils kleine, teils grosse Becher in geringer Zahl (4) oder haufenweise (über 100 Stück). Andere Sinneswerkzeuge sind die Cerebralorgane (*c*) in der Nähe des Gehirns, entweder einfache Grübchen oder tief in den Körper eindringende Kanäle.

Die Nemertinen sind getrennt geschlechtlich. In kleinen, mit den Darmtaschen alternierenden Genitaltaschen (*ov*) bilden sich die Epithelzellen zu Samen- oder Eizellen um und werden durch dorsal mündende Ausführgänge entleert, deren jede Genitaltasche einen gesonderten Kanal besitzt. Die jungen Tiere entwickeln sich teils durch eine vollkommene Metamorphose aus der Larvenform — Pilidium, welche durch hutförmige Auftreibung der einfachen Gastrula entsteht, oder auf direktem Wege. Ca. 100 Arten.

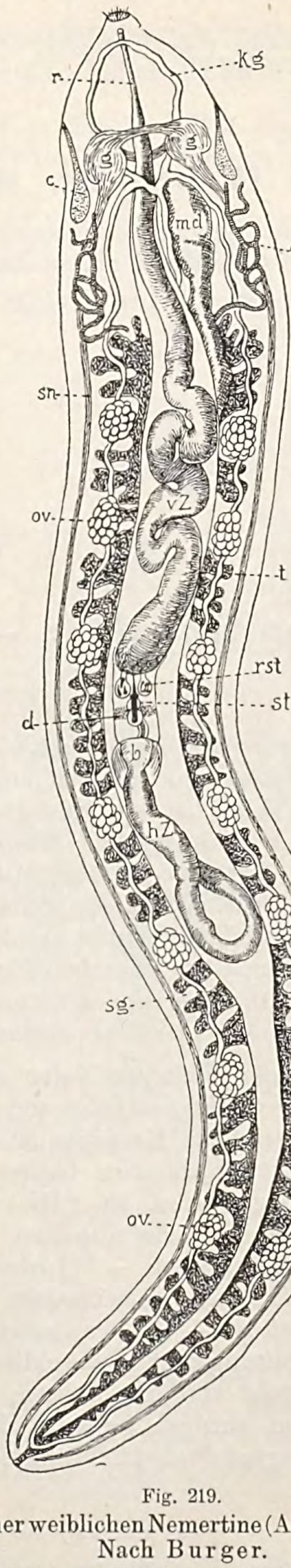


Fig. 219.

Anatomie einer weiblichen Nemertine (Amphiporus pulcher). Nach Burger.

b Ballon, *c* Cerebralorgan, *d* Stiletdrüsen, *e* Exkretionsgefäss, *g* Gehirn durch Kommissuren verknüpft, *hZ* hinterer Rüsselcylinder im Rhynchocölom, *kg* Kopfschlinge der Blutgefässe, *md* Magendarm, *ov* Ovarialtasche, *r* Rhynchodäum, *rst* Reservestilettasche, *sg* Seitengefäss, *sn* Seitennerv, *st* Angriffsstilet, *t* Darmtaschen (punktiert), *vZ* vorderer Rüsselcylinder im weiten (weiss gelassenen) Rhynchocölom.

I. Ordnung. Protonemertini.

Die lateralen Nervenstämme ziehen dicht unter dem Körperepithel ausserhalb des zweischichtigen Hautmuskelschlauches. Rüssel ohne Stilet. Mundöffnung hinter dem Gehirn.

Carinella polymorpha (Renier). *Atlantischer Ocean, Mittelmeer.* Keine Darmtaschen.

II. Ordnung. Mesonemertini.

Die lateralen Nervenstämme liegen im Hautmuskel-Schlauche. Rüssel ohne Stilete. Mundöffnung hinter dem Gehirne.

Cephalothrix bioculata (Örsted). *Atlantischer Ocean, Mittelmeer.* Körper fadenähnlich. Ohne Cerebralorgane und Exkretionsschläuche.

III. Ordnung. Metanemertini.

Die lateralen Nervenstämme ziehen im Leibesparenchym innerhalb des zweischichtigen Hautmuskel-Schlauches. Rüssel mit Stileten. Mund vor dem Gehirn. Blinddarm vorhanden. Das Rhynchocölom endet weit vor dem After oder dehnt sich bis zum hinteren Leibesende.

Amphiporus pulcher (JONSTON). *Atlantischer Ocean*, *Mittelmeer*. Mund und Rüsselöffnung fallen zusammen. (Fig. 219).

IV. Ordnung. Heteronemertini.

Die lateralen Seitenstämme ziehen im dreischichtigen Muskelschlauche. Rüssel ohne Stilete. Mund hinter dem Gehirne.

Lineus geniculatus (DELLE CHIAJE). *Mittelmeer*.

XIII. Typus.

Plathelminthes — Plattwürmer.

Der Körper ist abgeflacht: sohlen- oder bandförmig mit scharfen Seitenkanten. Äussere lokomotorische Anhänge fehlen. Eine Leibeshöhle ist nicht vorhanden. Der Leib ist ein aus Bindegewebe und Muskeln geflochtenes Wabenwerk — Parenchym. Wenn ein Darmschlauch vorhanden ist, fehlt ihm immer der After und der Mund liegt an verschiedenen Stellen der ventralen Körperfläche. Nahe den Seitenkanten ziehen feine kapillare Röhren als exkretorische Gefässe, ihnen sind Längsnervenstränge beigesellt. Die Wassergefässe können an jeder beliebigen Stelle nach aussen münden. Die Längsnerven laufen nahe dem vorderen Leibesende in ein schlingenförmiges Geflechte — Hirnkommissur zusammen. Blut und Blutgefässe fehlen.

Gegenüber der einfachen Natur der meisten Körperorgane sind die Geschlechtswerkzeuge mächtig entfaltet und recht kompliziert, weil jedes Individuum männliche oder weibliche Keimorgane nebst den Ausführwegen als hermaphroditen Genitalkomplex besitzt und weil besonders dessen weibliche Hälfte sehr fein gegliedert ist. Die männlichen Teile des hermaphroditen Komplexes sind einfach; sie enthalten meist paarige (kompakte oder traubig reich verästelte) Keimstätten — Hoden und paarige Ausführgänge — Vas deferens, die in einen gemeinsamen Endabschnitt münden, der nahe der Mündung erweitert ist — Cirrusbeutel und einen kontraktilen Zapfen — Cirrus als Begattungsorgan umschliesst. Die weiblichen Teile enthalten eine grössere Anzahl von Abschnitten, weil die in anderen Typen des Tierreiches von einem einzigen Organe, dem Ovarium vollzogenen Funktionen hier von drei Organen ausgeübt werden. Statt des einfachen Eierstockes finden sich:

Keimstöcke	Stätten, wo die Eizellen entstehen,
Dotterstöcke	Stätten, wo Nährmaterial (Dotter) für die Embryonalentwickelung gebildet wird,

eine Schalendrüse, deren Sekret Eizellen und Dotter umhüllt.

weiblichen Leitungswege sind oft recht lange Kanäle, und dienen vielfach als Eibehälter — Uterus, in welchen die befruchteten Eier ihre Entwickelung durchmachen.

Da die Reife der männlichen und weiblichen Hälfte des hermaphroditen Komplexes zu verschiedenen Zeiten eintritt, sind an einem Individium stets nur einige Abschnitte desselben gut zu beobachten. Meist eilt die männliche Reife voran — Proterandrie, um Selbstbefruchtung auszuschliessen. Die Eizellen werden häufig samt mehreren Dotterzellen in eine Schale geschlossen.

Der Mangel der für das selbständige freibewegliche Leben notwendigen Organe weist die meisten der hierher gestellten Arten auf parasitische Lebensweise hin. Damit steht auch die starke Entfaltung der Geschlechtsorgane und die reiche Eiproduktion im Einklange.

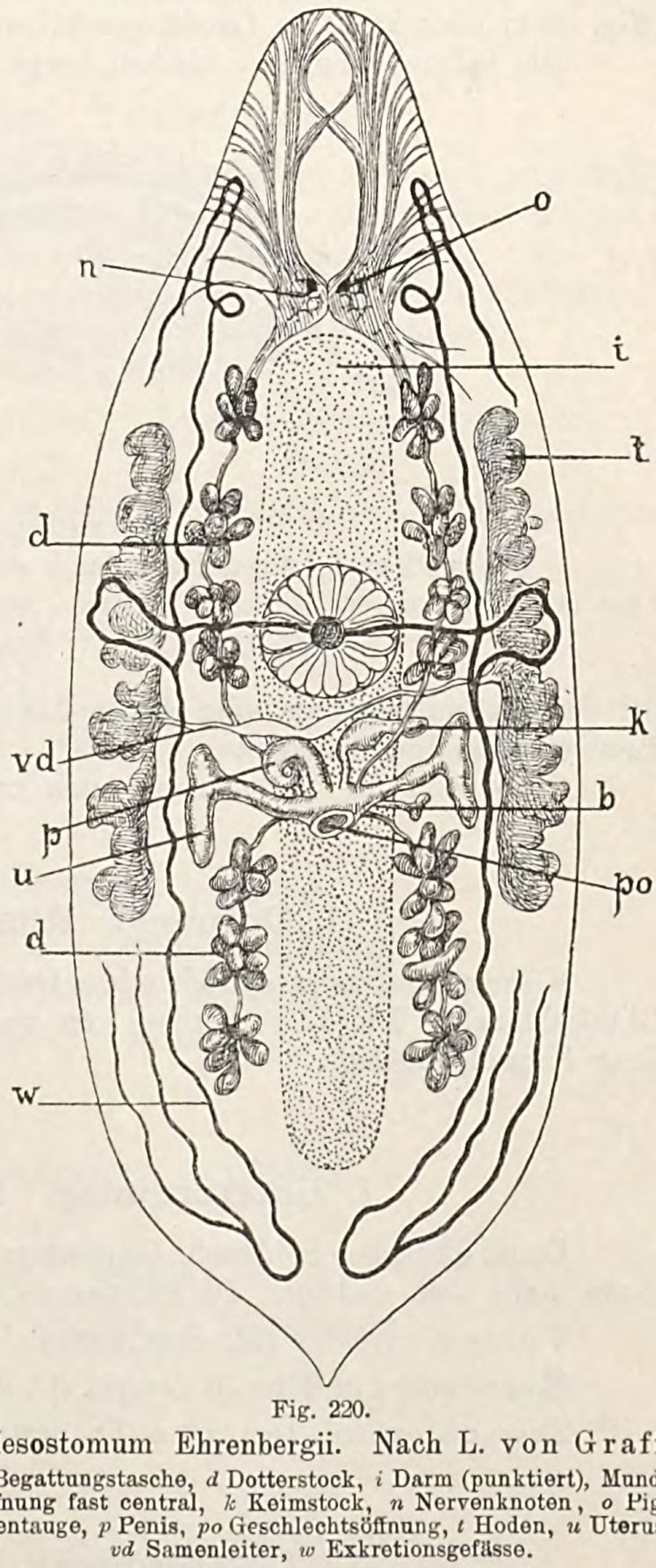


Fig. 220.
Mesostomum Ehrenbergii. Nach L. von Graff.
b Begattungstasche, *d* Dotterstock, *i* Darm (punktiert), Mundöffnung fast central, *k* Keimstock, *n* Nervenknoten, *o* Pigmentauge, *p* Penis, *po* Geschlechtsöffnung, *t* Hoden, *u* Uterus, *vd* Samenleiter, *w* Exkretionsgefässe.

I. Klasse. Turbellaria — Strudelwürmer.

Die ganze Oberfläche des weichen Flachkörpers (Fig. 220) ist von Flimmerepithel bedeckt, dessen Zellen häufig Stäbchen oder Nesselkapseln einschliessen. Die Muskeln des Körperparenchyms sind kräftig entwickelt. Der Darm zieht als gerader oder verzweigter Blindschlauch in der Mittelzone des Körpers. Da der After fehlt, ist der Darm nur vom Munde an der Ventralfläche zugänglich. Vom Munde stülpt sich das Mundrohr — Pharynx gegen den Darm ein, entweder ein gerader Schlauch, den ein Ringmantel glatter Muskelfasern umhüllt, oder dadurch kompliziert, dass sich der Grund des Mundrohres als stark muskulöser Cylinder erhebt (Fig. 221, *p*), der gleich einem Rüssel vorgestreckt werden kann, um die Beute zu ergreifen. Dorsal über dem

Pharynx liegt der quer ausgezogene Hirnknoten (*g*), von ihm strahlen zwei Längsnerven durch das Parenchym. Zwei Exkretionsgefässe in den lateralen Zonen des Körpers münden getrennt in der Mitte oder am hinteren Ende.

Der hermaphrodite Genitalkomplex (Fig. 220) ist mächtig entfaltet und durchdringt fast die ganze Körpermasse. Seine allgemeine Gliederung entspricht dem Plattwurmtypus. Die äusseren Mündungen der männlichen und weiblichen Hälfte stehen an der ventralen Körperfläche dicht neben einander (Fig. 221) oder in eine Grube geschoben (Fig. 220, *po*).

Die befruchteten Eier bleiben lange im sogenannten Uterus liegen, der

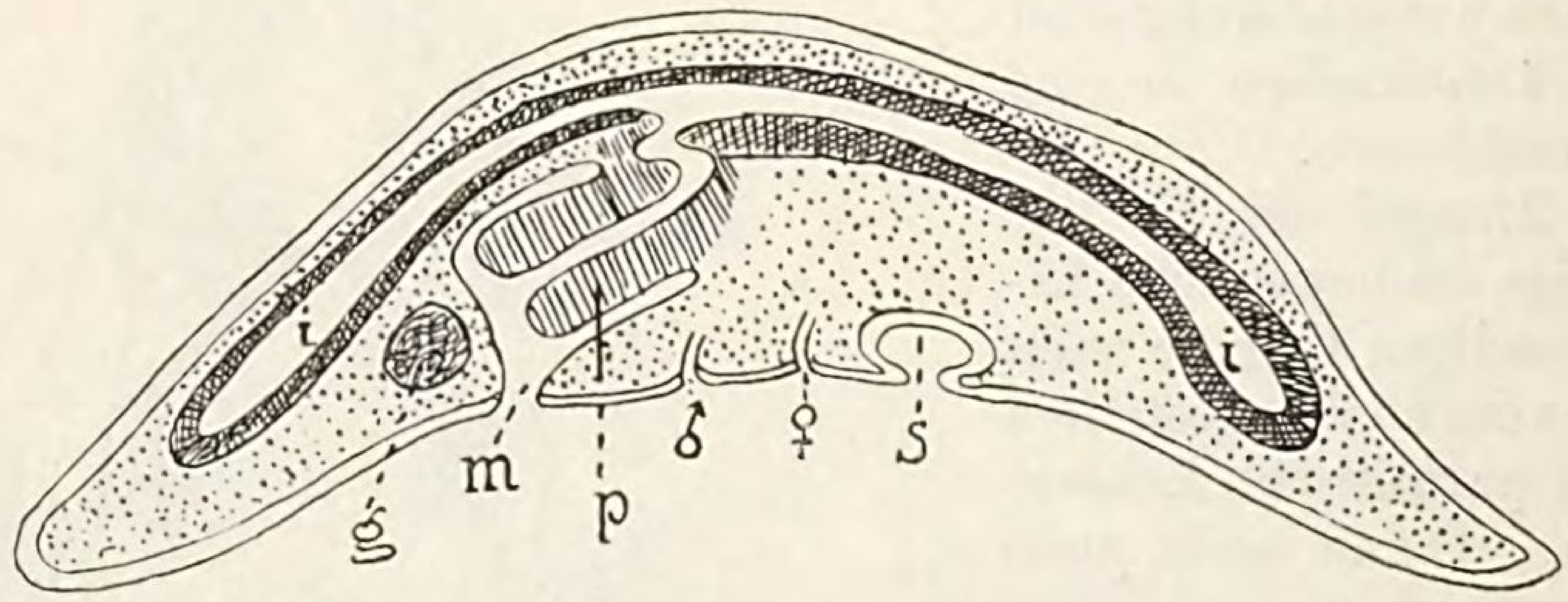


Fig. 221.
Schematischer Längsschnitt durch eine Turbellarie. Nach Lang.
g Gehirnknoten, *i* Darmhöhle, *m* Mund, *p* Pharynx, *s* Saugnapf, ♂, ♀ männliche, weibliche Geschlechtsöffnung.

bei den Turbellarien als eine Ausstülpung des Eierganges nahe dessen äusserer Mündung entsteht.

Oft erfolgt die Vermehrung auch ungeschlechtlich durch Teilung.

I. Ordnung. Rhabdocoelida.

Körper platt oder cylindrisch. Darm ein gerader, bisweilen gelappter Blindschlauch. Die Eier werden von zahlreichen Dotterzellen umgeben in einer Kapsel abgelegt.

I. Unterordnung. Rhabdocoela.

Darm einfacher Schlauch. Geräumige Parenchymspalten. Paarige Augenflecke nahe dem Gehirn. Im Süsswasser.

Vortex viridis (M. Schultze). *Mitteleuropa.*

Mesostomum Ehrenbergii (O. Schm.). *Mitteleuropa.* (Fig. 220).

Stenostomum leucops (O. Schm.). *Europa.*

II. Unterordnung. Alloiocoela.

Darm unregelmässig ausgebuchtet. Schmale Parenchymspalten. Im Meere.

Plagiostomum vittatum (Jens.). *Nordsee.*

III. Unterordnung. Acoela.

Darm nicht deutlich gesondert. Der kurze Pharynx leitet die Nahrung in ein parenchymatöses Maschenwerk von verdauender Eigenschaft. Zwei einfache Ovarien. Hoden stark gelappt.

Aphanostomum diversicolor (Oerst.). *Mittelmeer.*

II. Ordnung. Tricladidea.

Körper länglich, der Darm treibt einen vordern und zwei rückläufige Hauptzweige. An ihrer Vereinigungsstelle mündet der kurze Pharynx. Mund hinter der Körpermitte. Gemeinsame Geschlechtsöffnung. Ein paar kleinere Keimstöcke, zahlreiche Dotterstöcke und zahlreiche Hodenbläschen. Wenig Eizellen und viele Dotterzellen werden in Cocons abgelegt.

Bewohnen das Land, Süsswasser oder Meer.

Planaria torva (M. Schultze). *Deutschland. Süsswasser.*

Gunda segmentata (Lang.). *Meer bei Messina.*

Geodesmus bilineatus (Metsch.). *Deutschland. Landplanarie.*

III. Ordnung. Polycladidea.

Breite blattförmige Turbellarien des Meeres. Darm baum- oder netzartig verzweigt. Die Keimstöcke zerfallen in zahlreiche Bläschen. Dotterstöcke fehlen.

I. Unterordnung. Cotylea.

Bauchsaugnapf hinter Mund und Geschlechtsöffnung.

Thysanozoon Brocchii (Grube). *Mittelmeer.*

Eurylepta cornuta (Ehrbg.). *Kanal.*

II. Unterordnung. Acotylea.

Ohne Saugnapf.

Planocera Graffii (Lang.). *Mittelmeer.*

Leptoplana tremellaris (Oerst.). *Mittelmeer.*

II. Klasse. Trematodes — Saugwürmer.

Der flache Körper ist parenchymatös ohne Leibeshöhle. Längs-, Rings- und diagonale Muskelfasern durchqueren die Körpermasse. Die Epidermis sondert eine Cuticula ab. Scheibenförmige Einsenkungen der ventralen

Epidermis, gestützt von radiären und cirkulären Muskellagen, wirken als Saugnäpfe. (Fig. 227 *ms, bs*).

Das Mundrohr springt am Vorderende des Leibes ein und besitzt eine starke kugelige Muskelhülle (Pharynx). Der Darm gabelt sich in zwei laterale Schenkel. After fehlt.

Die hufeisenförmige Kommissur der Hirnganglien deckt dorsal den Pharynx. 4 Nervenbündel strahlen vorwärts, je 2 starke ventrale und ein schwaches dorsales Paar nach hinten. Querfäden dieser Längsnerven bilden ein nervöses Gitternetz im Parenchyme.

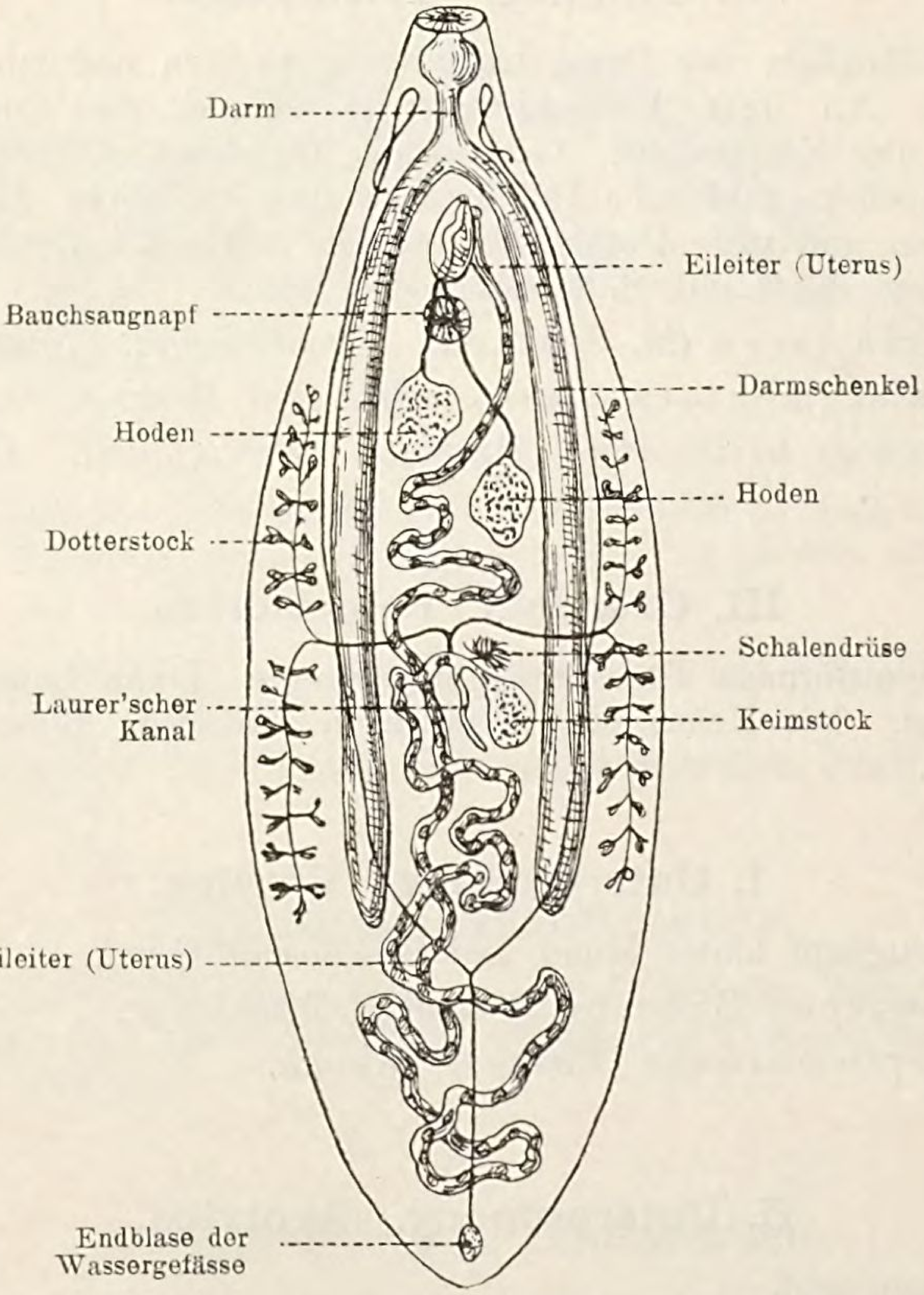


Fig. 222.
Schematische Darstellung des Baues eines Distomum.

Zwei laterale Exkretionskanäle, deren Seitenzweige Wimpertrichter tragen, ziehen durch den Leib und münden in einer kontraktilen Endblase am hinteren Pole.

Die meisten Trematoden sind hermaphrodit. Die Genitalöffnungen liegen ventral median in der vorderen Hälfte dicht neben einander oder zu einem gemeinsamen Spalt verschmolzen. Ein Paar oder zahlreiche Hoden kommen vor, ihre Samenleiter verwachsen in einen unpaaren Gang, dessen Endstück einen Cirrus mit Cirrusbeutel bildet.

Der unpaare Keimstock besitzt einen recht langen ungleich weiten Ausführgang. Ein kurzer Abschnitt desselben, vom Keimstock bis zu der als

Ootyp bezeichneten Erweiterung, wo die Gänge der paarigen ansehnlichen Dotterstöcke und auch der Schalendrüse, ferner ein an der dorsalen Fläche des Körpers offener Gang — Laurer'scher Kanal einmünden, wird als Eileiter s. str. bezeichnet. Im Ootyp werden die Keimzellen befruchtet (durch Sperma, das den Laurer'schen Kanal passiert), mit Dotter und Schale umgeben und dann in den langen gewundenen Teil des Eileiters (sog. Uterus), geschoben.

Fast alle Trematoden leben parasitisch, ein Teil ekto-, ein anderer endoparasitisch. Im Lebenscyklus der endoparasitischen Arten ist die Entwickelung zur geschlechtsreifen Form durch lange währende Larvenstadien aufgehalten. Wenn die Larven noch das Vermögen der ungeschlechtlichen Vermehrung besitzen, umfasst der Rahmen einer Species oft mehrere Larvengenerationen, welche verschieden gestaltet sind, verschiedene Lebensweise führen und auf verschiedene Weise entstehen. Ca. 500 Arten.

I. Ordnung. Monogenea (Polystomeae).

Mindestens 3 Saugnäpfe, einer mit Haken bewehrt stets am Hinterende. Mund vorne zwischen zwei Saugnäpfen. Vielfache Augen. Fischektoparasiten mit direkter Entwickelung.

1. Familie: Temnocephala.

Abgeplattet. Vorderende mit 5 kontraktilen Kopflappen. 2 dem Hirn aufliegende Augen. Darm einfach, nicht gegabelt. Dotterstock einheitliche netzartige Masse, Die paarige exkretorische Endblase liegt dorsal. Nicht parasitisch.

2. Familie: Tristomeae.

Ein grosser hinterer und 2 kleine vordere seitliche Saugnäpfe. Die Darmschenkel treiben verästelte Seitenzweige und kommunicieren in der hinteren Körperzone.

Tristomum coccineum (Cuv). *An den Kiemen des Schwertfisches.*

3. Familie: Polystomeae.

Grosse hintere Haftscheiben mit zahlreichen Saugnäpfen und Chitinhaken.

Polystomum integerrimum (Rud.). Vorne 4 Augen, hinten 6 Haftscheiben. Die beiden Darmschenkel, durch Querbrücken verbunden treiben viele seitliche Blindtaschen. Die Larven leben in der *Kiemenhöhle der Kaulquappen*, die geschlechtsreifen Tiere in der *Harnblase der Frösche.*

Diplozoon paradoxum (Nordm.). Zwei junge Individuen erfassen mit ihren Bauchsaugnäpfen gegenseitig je einen dorsalen Zapfen des Körpers, verwachsen an diesen Stellen und bilden ein X-förmiges Doppeltier. *An den Kiemen von Süsswasserfischen.*

Gyrodactylus elegans (Nordm.). Kopfende in zwei Zipfel ausgezogen. Eine grosse hintere Haftscheibe.

II. Ordnung. Digenea.

Höchstens 2 Saugnäpfe, ohne Haken. Mund im Grunde des vorderen Saugnapfes. Augen werden rückgebildet oder ganz unterdrückt. Entwicke-

lung durch Metamorphose. Die einfach organisierten Larven leben als Endoparasiten in niederen Tieren, die geschlechtsreifen Individuen in Wirbeltieren.

1. Familie: Holostomidae.

Im vordern von einer Furche abgegrenzten Körperabschnitte liegt der Mund, Bauchsaugnapf und Haftapparat; dahinter die Geschlechtsorgane, die am hintern Pole münden.

2. Familie: Amphistomida.

Ein vorderständiger und ein fast hinterständiger Saugnapf.

3. Familie: Monostomida.

Ein vorderer Saugnapf. *Bei Vögeln.*

4. Familie: Distomida.

Mund- und Bauchsaugnapf sehr nahe gerückt. Körper platt, lanzettförmig.

Distomum hepaticum (L.). — Leberegel. (Fig. 226). Körper breit, Vorderende kegelförmig. 2—3 cm lang. Darm verästelt. *In den Gallengängen der Leber der Schafe.*

Distomum lanceolatum (Mehlis.). Darm nicht verästelt. *In den Gallengängen der Leber der Schafe.*

Bilharzia haematobia (Cobbold). Getrennte Geschlechter. Das platte, ventral halbrinnenartig eingerollte Männchen hält das rundliche fadenwurmförmige ♀ in der Bauchrinne fest. ♀ beide Darmschenkel vereinen sich hinten wieder. *Ägypten, in der Pfortader des Menschen.*

Die komplizierte Entwickelung der geschlechtsreifen Endoparasiten sei am Beispiele des Leberegels geschildert:

Die Eier desselben gelangen aus den Gallengängen in den Darm des Schafes, mit dem Kote ins Freie und ins Wasser. Ihnen entschlüpft eine bewimperte Larve (Fig. 223) (sog. Embryo) von kegelförmiger Gestalt mit abgestumpftem Vorderende, Augenfleck, Ganglion und vielen Keimzellen im Innern. Sie sucht schwimmend eine Wasserschnecke (Lymnaeus truncatulus), bohrt sich in deren Leib und wandelt sich unter Verlust des Wimperkleides, Augenfleckes, Ganglions in einen Sack um — Sporocyste (Fig. 224). Nun beginnen die Keimzellen zu wuchern. Ihre Haufen wachsen zu Redien aus: lang gestreckten Larven mit Mund, Pharynx, einfachem Darme, zwei hinteren Höckern der Körperwand und zahlreichen Keimzellen. Diese zeugen eine zweite Rediengeneration, deren Keimzellen die Larven der Geschlechtstiere — Cercarien (Fig. 225) liefern. Letztere besitzen alle wesentlichen Organe des Distomum, dazu noch einen langen Ruderschwanz (*c*), weil sie den Körper der Redien und der heimgesuchten Schnecke verlassen, um im Wasser zu schwärmen. Sie verkapseln sich dann an Gras oder Kraut und harren des Zufalles, der sie in den Magen der Futter suchenden Schafe bringt. Dort springt die Kapsel und das junge Distomum (Fig. 226) dringt nun in die Gallengänge der Leber.

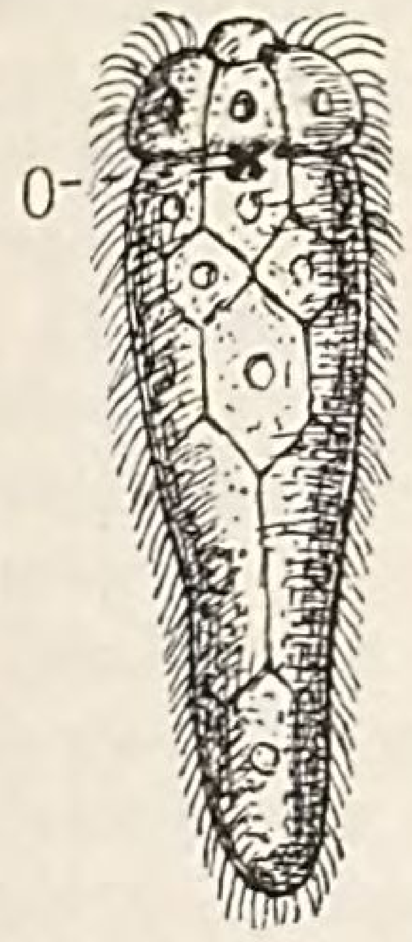


Fig. 223.
Flimmerlarve.
o Augenfleck.

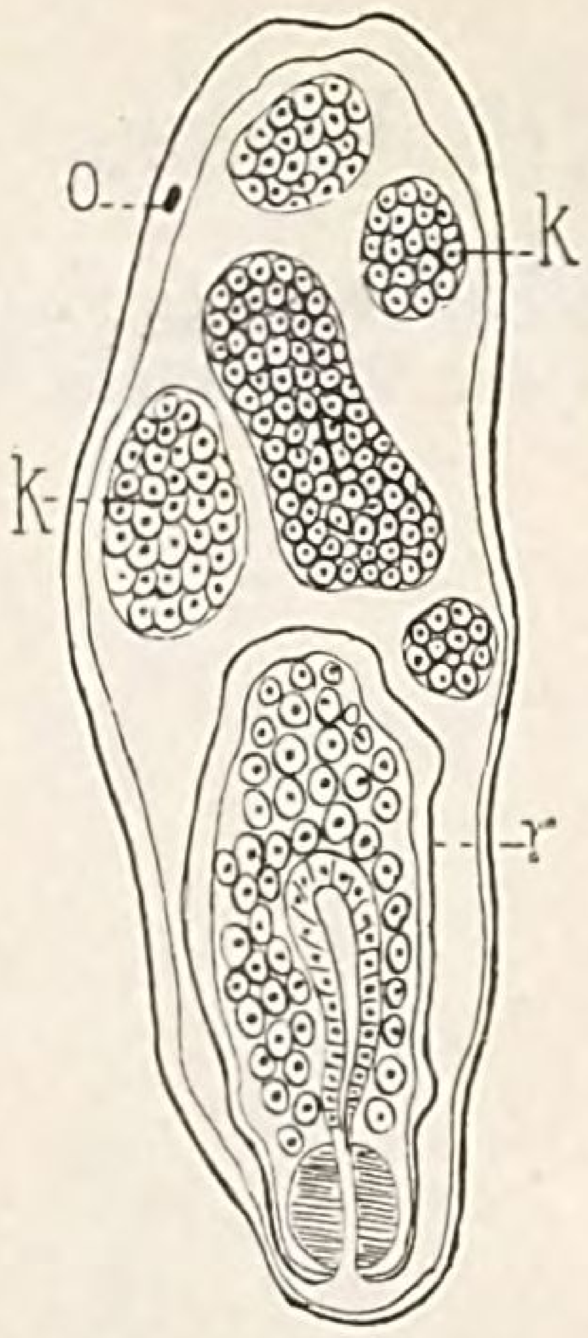


Fig. 224.
Sporocyste.
k Haufen der Keimzellen, *o* Auge in Rückbildung, *r* Redie.

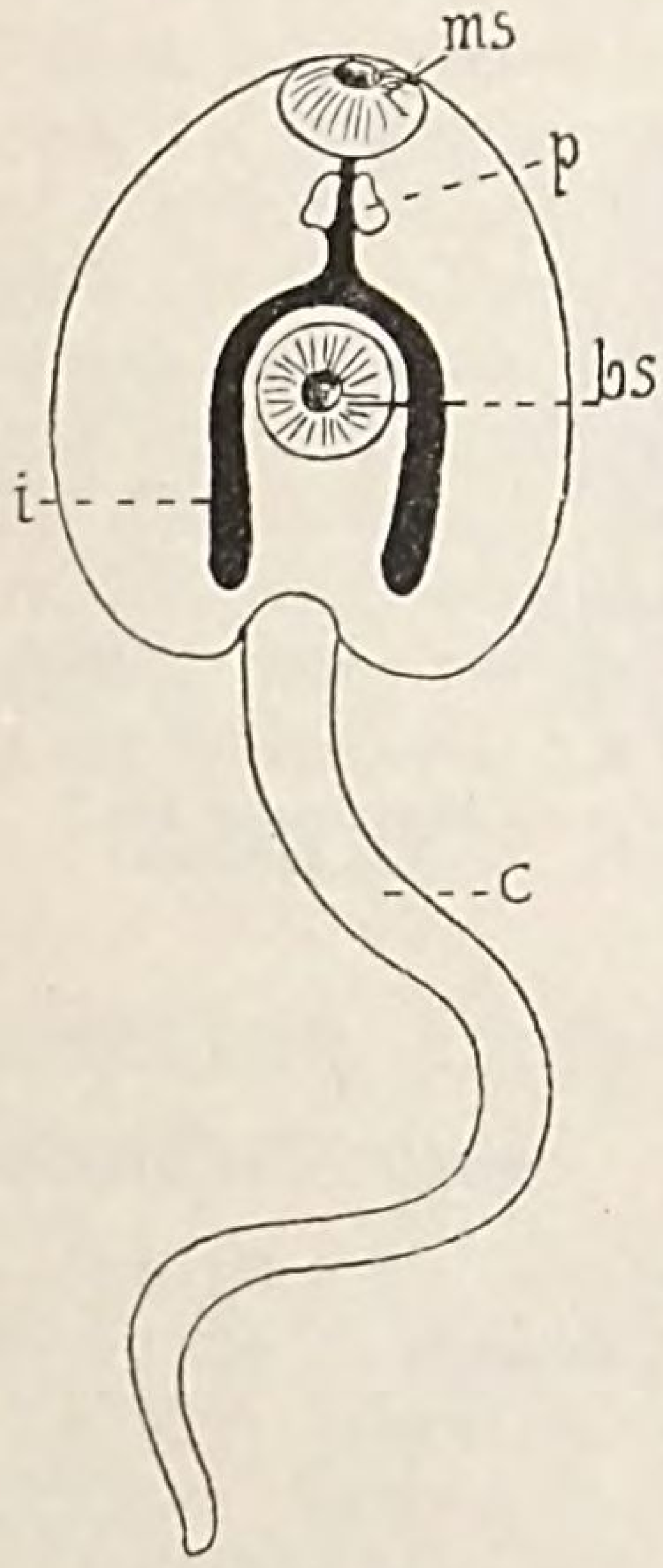


Fig. 225.
Cercarie.
bs Bauchsaugnapf, *c* Ruderschwanz, *i* zweischenkeliger Darm, *ms* Mundsaugnapf, *p* Pharynx.

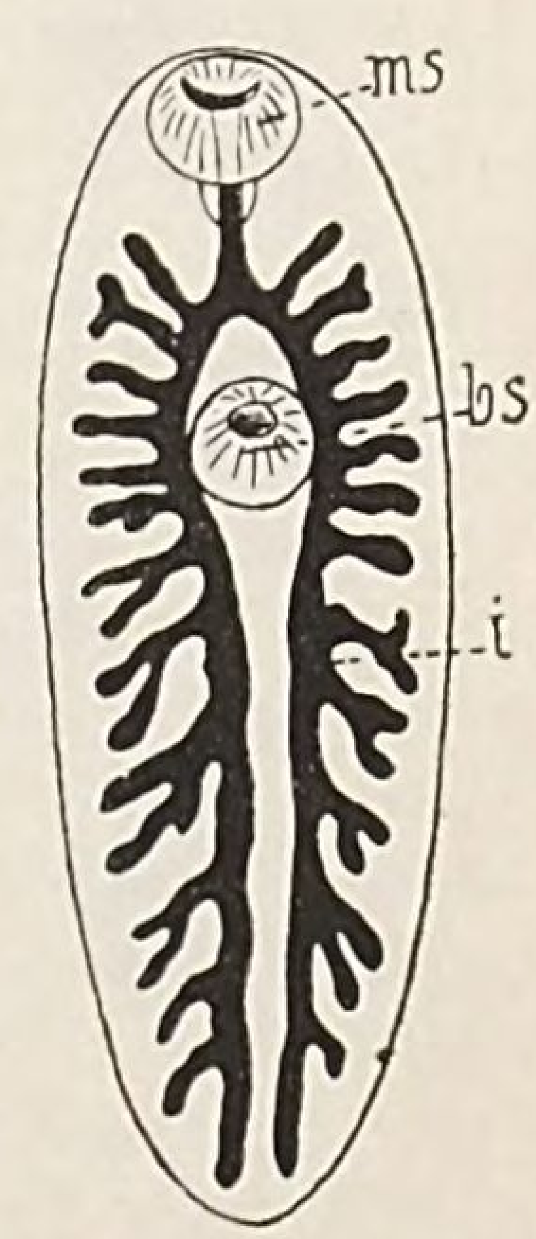


Fig. 226.
Junges Distomum.
bs Bauchsaugnapf, *i* Darm, dessen Seitenäste eben sprossen, *ms* Mundsaugnapf.

Fig. 223–226.
Entwickelungsstadien des Leberegels. Nach Thomas.

III. Klasse. Cestodes — Bandwürmer.

Die Bandwürmer sind Parasiten und schmarotzen in den Organen wirbelloser oder der Wirbeltiere. Deshalb fehlen alle für das freie Leben wichtigen

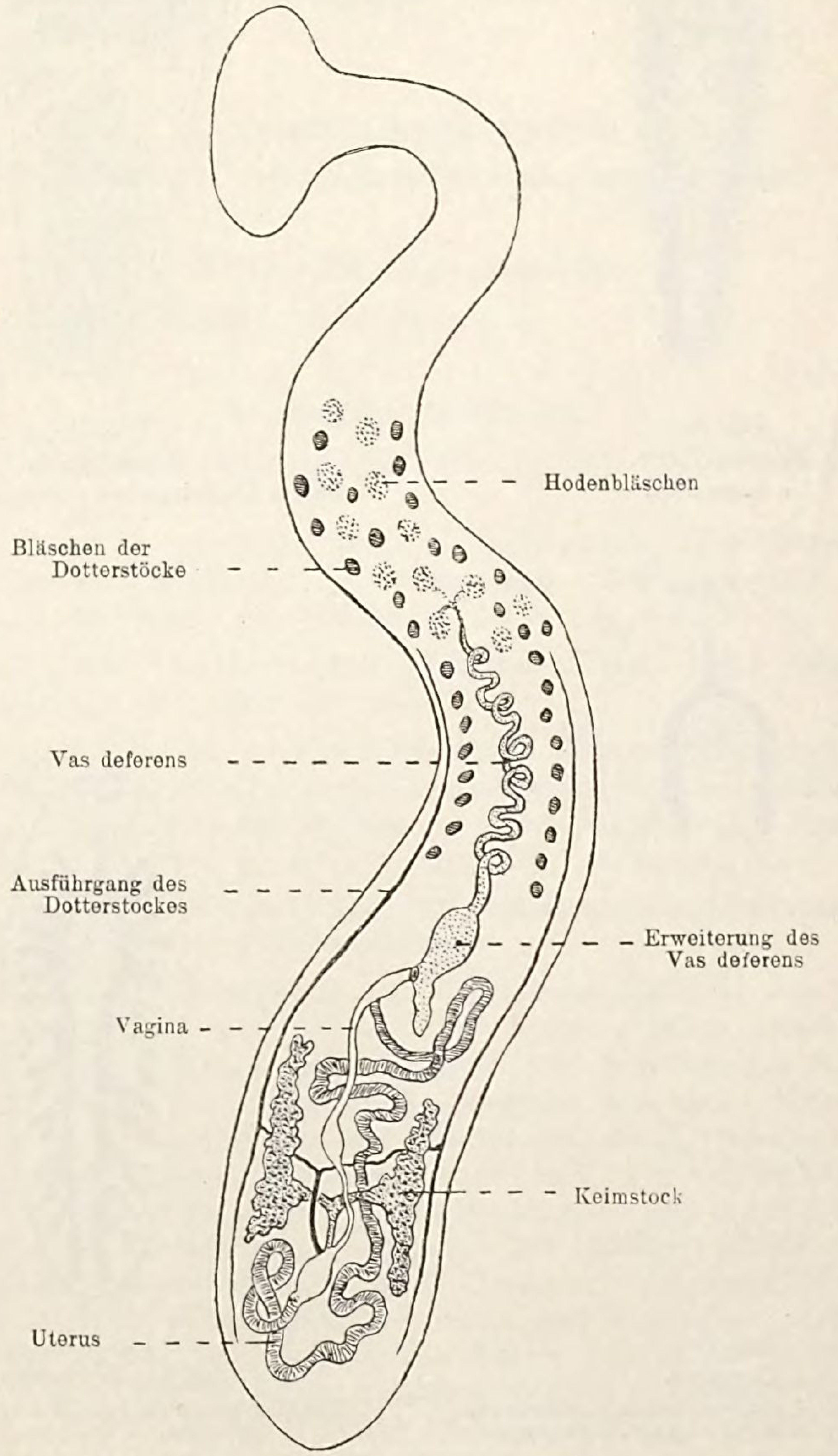


Fig. 227.
Schematische Darstellung der Geschlechtsorgane von Caryophyllaeus.

Organe. Am vorderen Körperende werden Haftgruben gebildet. Darm und Mund sind ganz unterdrückt. Durch das Parenchym des abgeflachten

und häufig sehr lang gestreckten Körpers ziehen nahe den scharfen Seitenkanten feine paarige Exkretionsgefässe durch Querstämme verbunden; sie laufen nahe dem vorderen Körperende schlingenförmig zusammen und münden mit einem gemeinsamen Abschnitte — Endblase am hinteren Körperende. Neben ihnen liegen zwei Längsnerven, die am vorderen Körperende ein Geflecht bilden. Das einschichtige Epithel sondert eine dicke Cuticula ab, und sinkt später in die Tiefe des Parenchyms zwischen die Bindegewebszellen und Muskelzellen ein. Die Muskeln ziehen in drei senkrechten Richtungen durch das Kalkkonkretionen bergende Parenchym.

Die Bandwürmer zeichnen sich dadurch aus, dass im Körper eines Individuums nicht bloss ein Genitalkomplex, sondern eine grosse Zahl hinter einander geordneter hermaphroditer Komplexe entsteht. Wenige Arten besitzen nur einen einzigen Genitalkomplex in der hinteren Körperzone. Eileiter und Vas deferens ziehen stets in entgegengesetzter Richtung von der Genitalöffnung: der Eileiter in die hintere Zone, das Vas deferens in die vordere Zone des Körpers (Fig. 227, 228).

Die Entwickelung erfolgt meist durch eine komplizierte Metamorphose mit mehrfachem Wechsel des Wohntieres. Ca. 500 Arten.

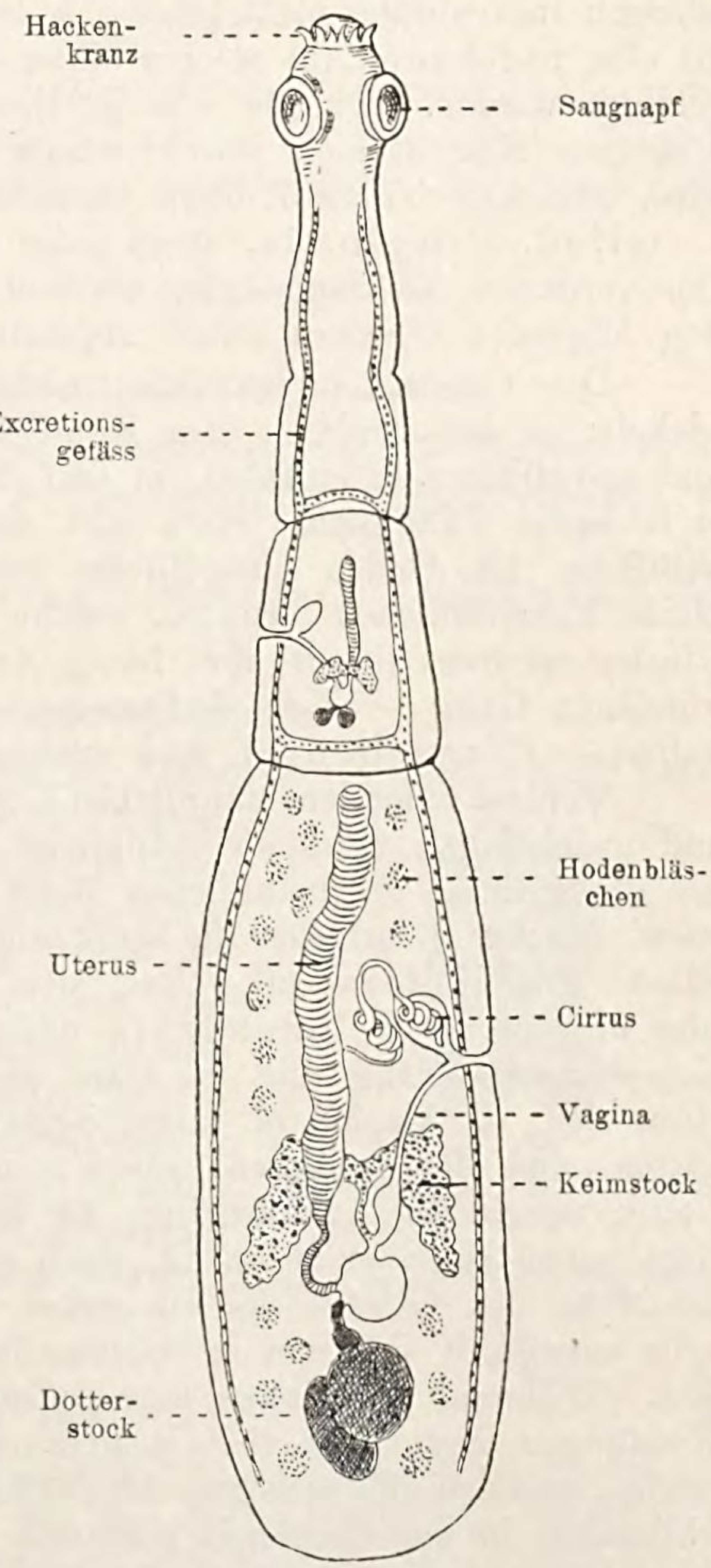


Fig. 228.
Taenia echinococcus. Schematisch.

I. Unterklasse. Einfache Bandwürmer.

Amphilina foliacea (G. Wagen). *In der Leibeshöhle des Störes.* Körper elliptisch. Ein vorderständiger Saugnapf. Daneben die Uterusöffnung. Am hintern Ende die männliche und weibliche Geschlechtsöffnung.

Caryophyllaeus mutabilis (Rud.). *Im Darme der Fische.* Körper gestreckt, Vorderende zweigelappt. Ventrale Geschlechtsöffnung. Ohne Haken. (Fig. 227.)

Archigetes Sieboldi (Leuck.). Körper oval mit cylindrischem Schwanzanhange, dessen Hinterende 6 Häkchen trägt. Zwei vorderständige längliche Saugnäpfe, 8 Exkretionskanäle. Ihr gemeinsamer Stamm mündet an der Schwanzwurzel. Wird *in der Leibeshöhle der Naiden* geschlechtsreif.

II. Unterklasse. Gegliederte Cestoden.

Das vordere Körperende trägt Saugnäpfe und ist oft durch seine kugelige Gestalt vom übrigen Körper abgesetzt, deshalb nennt man es Kopf — Scolex. Die mächtige Entfaltung der Geschlechtsorgane erreicht in dieser Gruppe der Plattwürmer ihren Höhepunkt, dadurch dass in dem Körper eines einzigen Individuums nicht bloss ein hermaphroditer Genitalkomplex, sondern oft eine ungeheure Zahl solcher hinter einander angeordneter Genitalkomplexe gebildet werden. Da die von je einem hermaphroditen Komplexe eingenommene Körperregion durch äussere Querfurchen der Haut abgegrenzt wird, erscheint der Leib dieser Cestoden als eine Kette viereckiger Stücke — Glied, Proglottis, deren jedes einen Geschlechtskomplex umschliesst. Der vorderste die Saugnäpfe, vielfach auch Haken tragende Kopf ist von den folgenden Gliedern scharf abgesetzt und frei von Genitalorganen.

Die Genitalkomplexe sind nicht in allen Gliedern gleichzeitig entwickelt: in den vorderen dem Kopfe folgenden Proglottiden sind sie klein und unvollkommen entfaltet, in den hinteren Gliedern hingegen gross und in lebhafter Thätigkeit. Stets reift der männliche Komplex früher als der weibliche. Die Hoden eines Gliedes männlicher Reife (Fig. 231) sind in viele kleine Einzelbläschen zerfallen, welche durch die dorsale Parenchymzone des Gliedes zerstreut liegen; ihre feinen Ausführgänge vereinen sich in einem gewundenen Gang — Vas deferens. Sein Endstück an der Haut ist erweitert — Cirrusbeutel, und umschliesst das Begattungsglied — Cirrus.

Ventral unter dem männlichen Komplexe liegt der weibliche Apparat, klein und unscheinbar, wenn die männliche Reife anhebt, aber langsam wachsend, bis am Schlusse der männlichen Reife die Hodenbläschen veröden und verschwinden; dann erfüllen die stark wuchernden weiblichen Organe das ganze Glied. Die Keimstöcke sind stets paarig, die Dotterstöcke paarig oder unpaar, die Schalendrüse unpaar. Der Ausführgang des weiblichen Komplexes ist lang und ist stark gewunden. Von der Mündung an der Haut zieht die Vagina in entgegengesetzter Richtung zum Vas deferens: das letztere nach dem vorderen, die Vagina nach dem hinteren Rande der Proglottis, wo sie die Ausführgänge der Keim-, Dotterstöcke und Schalendrüse dicht neben einander aufnimmt, dann schleifenartig nach vorne biegt und in der Mitte des Gliedes als ein weiter Schlauch — Uterus verläuft. Derselbe entwickelt sich erst in bedeutendem Masse, nachdem die Eier befruchtet sind. Während der Uterus nun anfängt, zu wachsen und sich entweder in Windungen legt, oder viele Seitenzweige treibt, die mit Eiern vollgestopft werden, veröden die drüsigen Abschnitte des weiblichen Komplexes, so dass schliesslich in der Proglottis nur noch der eierfüllte Uterus und die an der Haut hängenden Reste der männlichen und weiblichen Ausführgänge vorhanden sind. Dann wird das überreife Glied vom Körper des Bandwurmes abgeschnürt und aus dem Darme des Wohntieres als Verbreiter der Eier ausgestossen.

Infolge der Proglottierung des Körpers reichen die Längsmuskeln meist nur durch ein Glied und die Queranastomosen der 2 oder 4 nahe den Seitenkanten verlaufenden Exkretionskanäle liegen je am vorderen und hinteren Rande jedes Gliedes.

Die Eizelle und mehrere Dotterzellen werden von einer Eischale umgeben. Dem Ei entschlüpft eine kugelige sechshakige Larve, sie dringt in

ein Tier (gewöhnlich einer andern Art zugehörig als die Species, welche die geschlechtsreife Form beherbergt), um sich dort in die reife Form zu verwandeln. Der kugelige Larvenkörper bildet an einer den provisorischen Häkchen gegenüber liegenden Stelle den Bandwurmkopf und seine ersten Glieder. Bleibt der Larvenleib solide, so nennt man das Stadium Plerocercoid, tritt eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle in ihm auf, so nennt man es Cysticercus.

1. Familie: Ligulidae.

Leib äusserlich ungegliedert. Zwei seitliche Sauggruben. Die zwittrigen Geschlechtsorgane in mehrfacher Wiederholung im Parenchym. Larven in der *Leibeshöhle von Süsswasserfischen*, geschlechtsreif im *Darm von Wasservögeln.*

Ligula simplicissima (Rud.). *Riemenwurm.*

2. Familie: Tetrarhynchidae.

Vier Sauggruben. Der Kopf trägt ausserdem vier in Gruben rückziehbare Rüssel mit Haken. Larven in *Knochenfischen*, geschlechtsreif im *Darme von Haifischen.*

Tetrarhynchus tetrabothrium (van Ben.). *Im Darme des Dornhaies.*

3. Familie: Bothriocephalidae.

Bothriocephalus latus (Brems). *Mensch, Hund.* Kopf oval ohne Haken. Zwei längliche Saugnäpfe, langer dünner Hals. Reife Proglottiden breiter als lang. Erreicht eine Länge von 5—9 m. 3000—4000 Proglottiden. Die Geschlechtsöffnungen liegen auf der breiten Gliedfläche. Dotterstöcke paarig. Der reife Uterus treibt keine Seitenäste, sondern knäuelt sich rosettenförmig auf. Sein Blindende besitzt eine mediane Mündung an der Haut. Die bewimperte Larve — Oncosphära schwimmt im Wasser, dringt in einen *Hecht* oder *Quappe* und verwandelt sich dort in ein Plerocercoid. Geschlechtsreif im *Darm des Menschen und des Hundes.*



Fig. 229.
Glieder von Bothriocephalus latus.

4. Familie: Taeniadae.

Der Kopf besitzt 4 seitliche Saugnäpfe. Sein Gipfel bildet ein linsenförmiges Muskelkissen (Rostellum), das den Hakenkranz trägt (Fig. 230). Kontraktion der unterliegenden, schalenartig gekrümmten Muskellagen hebt das Kissen und senkt die Hakenspitzen.

Die Geschlechtsöffnung liegt an der Schmalkante jedes Gliedes (Fig. 231), deshalb laufen Samenleiter und Vagina quer in das Parenchym. Der Dotterstock am hinteren Gliedrand ist unpaar. Der gerade achsiale blind geschlossene Uterus treibt Seitenäste nach rechts und links, wenn er mit Eiern erfüllt wird; seine kopfwärts gerichteten Wipfeläste zerreissen beim Ablösen des Gliedes. Geschlechtsreif in *Vögeln und Säugetieren.*

Den Tänieneiern entschlüpfen im Darme des Wirtes sehr kleine sphärische Larven, mit 6 Haken bewaffnet. Diese Larven (sog. sechshakige

Embryonen) durchbohren den Darm. Der Blutstrom trägt sie an irgend ein Organ, dessen Bindegewebe sie umkapselt. Die Haken werden abgeworfen,

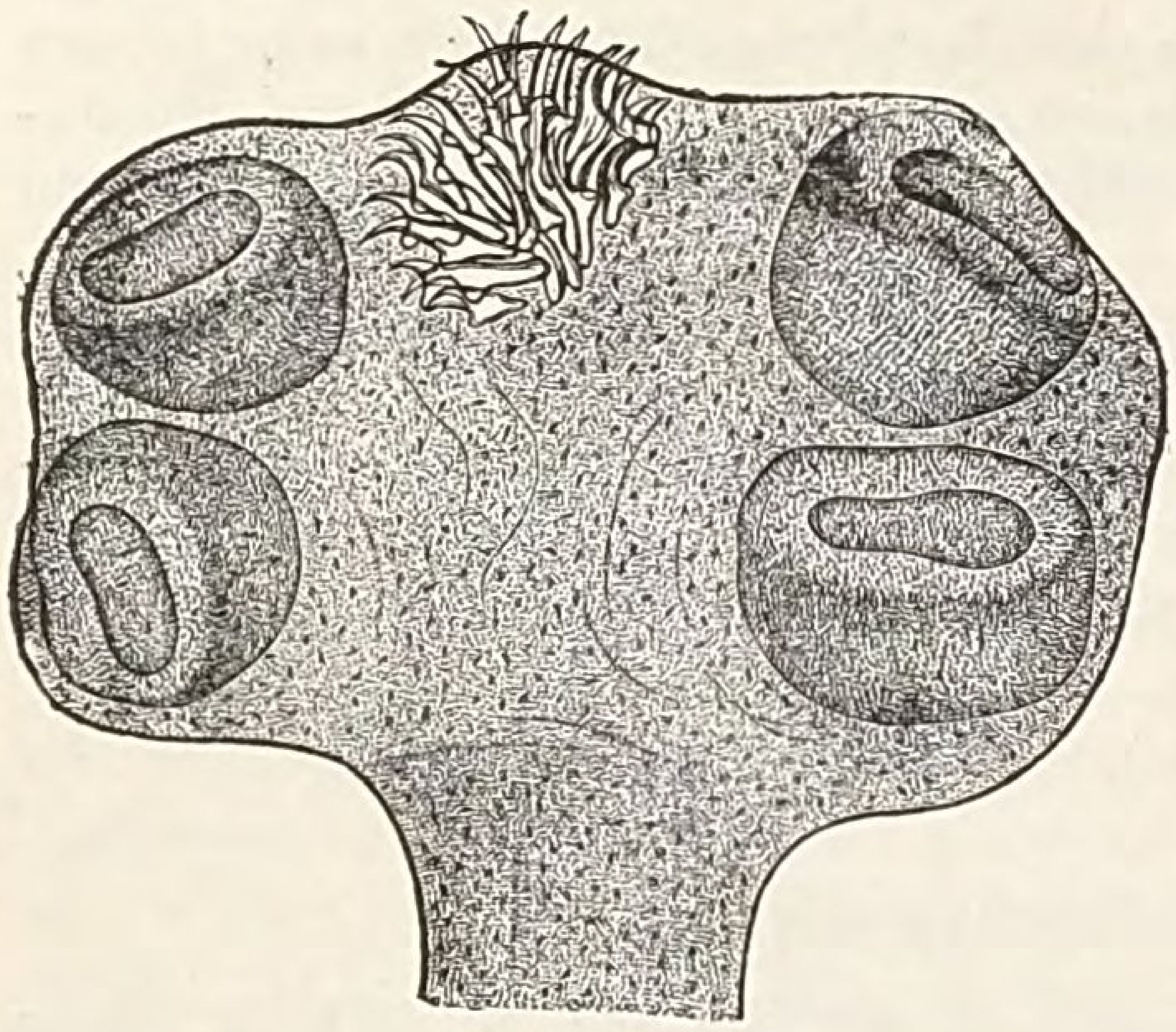


Fig. 230.
Kopf von Taenia solium. Nach Heller.

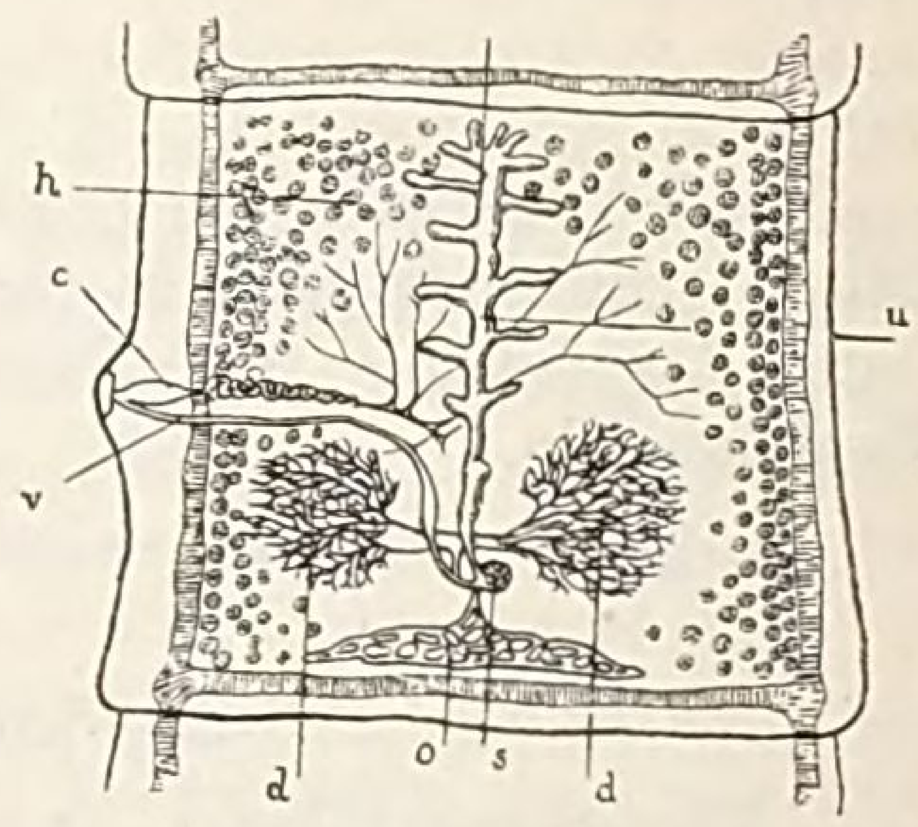


Fig. 231.
Eine Proglottis von Taenia mediocanellata.
c Cirrusbeutel, *d* Keimstöcke, *h* Hodenbläschen, *o* Dotterstock, *s* Schalendrüse, *u* Uterus mit sprossenden Ästen, *v* Vagina.

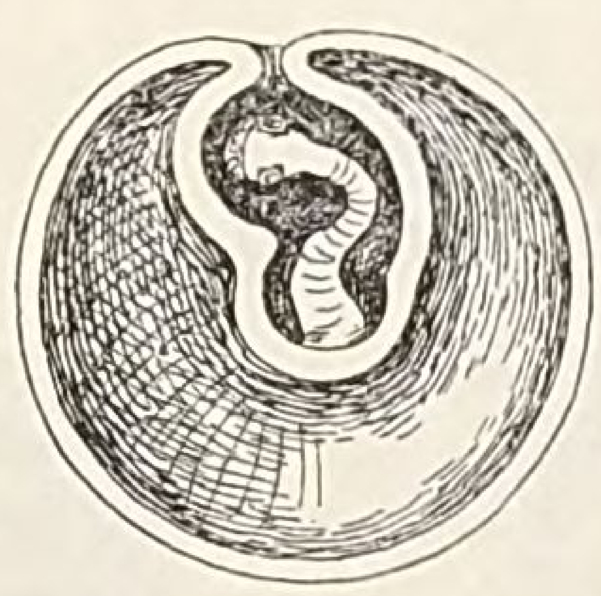


Fig. 232.
Schematischer Schnitt durch eine Cysticercusblase, an welcher der Bandwurmkörper sprosst.

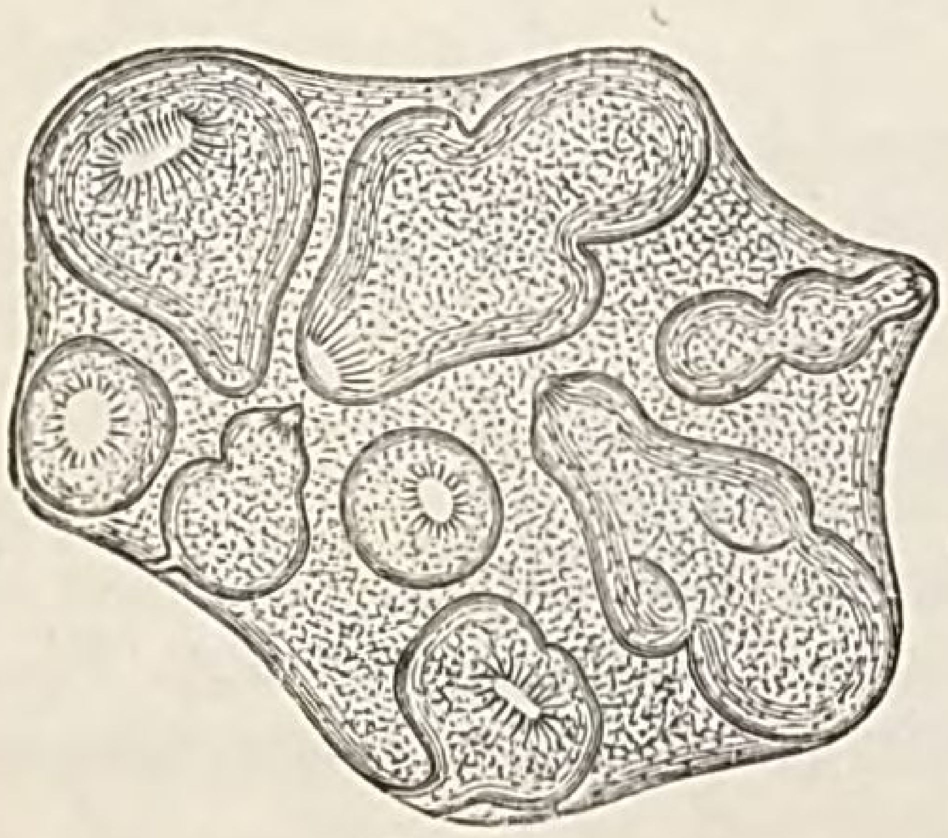


Fig. 236.
Brutkapsel einer Echinococcusfinne mit knospenden Bandwurmkörpern. Nach Schmidt-Mühlheim.

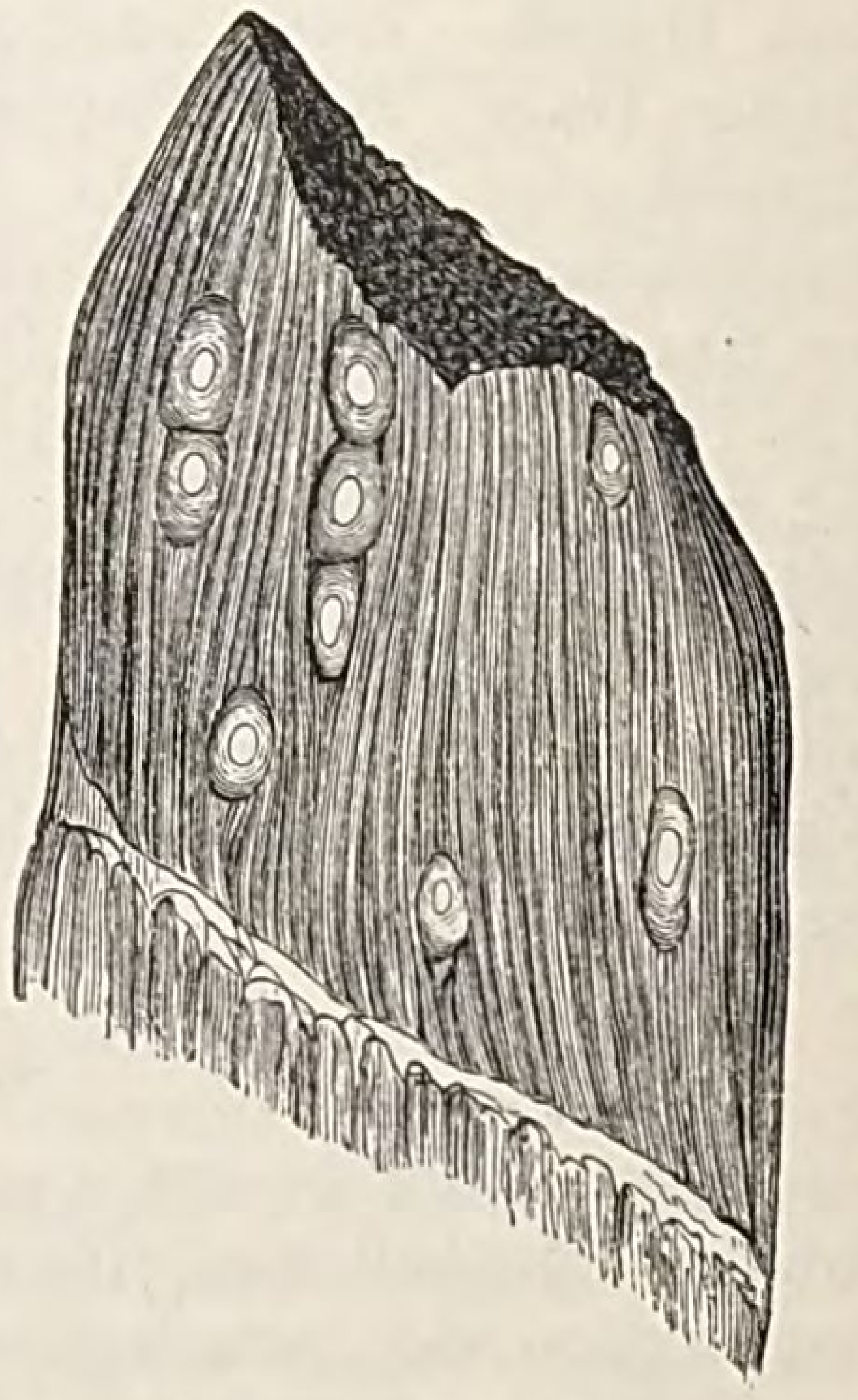


Fig. 234.
Ein Stückchen finniges Schweinefleisch, welches mit Blasen von Cysticercus cellulosae durchsetzt ist. Der knospende Bandwurm jeder Blase erscheint als weisser Fleck. Nach Birch-Hirschfeld.

im Innern des grösser wachsenden Larvenkörpers treten Flüssigkeitstropfen auf, die zusammendrängen, bis die Larve eine grosse Blase — Finne, Cysti-

cercus (Fig. 232, 234) darstellt. Eine Wandstelle bildet sich zu Kopf und den ersten Gliedern des Bandwurmes um. Dieser wächst erst, nachdem die Finne in den Magen des eigentlichen Wirtes gelangt ist, zur normalen Länge.

Taenia solium (Rud.). *Dünndarm des Menschen.* Doppelter Hakenkranz am Rostellum. 2—3 m lang. 800—900 Proglottiden (die eistrotzenden Glieder 1 cm lang), der eistrotzende Uterus treibt 7—10 verzweigte Seitenäste. (Fig. 233).

Die Larve verwandelt sich im Bindegewebe der Muskeln (Fig. 234) (des Schweines, des Menschen) zur Finnenblase (Cysticercus cellulosae.)



Fig. 233.
Glied von Taenia solium.
Nach Seifert-Müller.



Fig. 235.
Glied von Taenia mediocanellata.
Nach Seifert-Müller.

Taenia mediocanellata (Küchenm.) = saginata (Goeze). *Dünndarm des Menschen.* 4—8 m lang. 1200 Proglottiden (reife Proglottis 2 cm lang). Kopf ohne Haken. Der eistrotzende Uterus treibt 17—30 verzweigte Äste. (Fig. 235).

Die Larve verwandelt sich im intermuskulären Bindegewebe des Rindes (nie des Menschen) zur Finne.

Taenia coenurus (Sieb.). *Dünndarm des Hundes.* 40 cm lang.

Die Larve ruht im Gehirne des Rindes und Schafes und wandelt sich in eine Finne — Coenurusblase, um, an deren Oberfläche unzählige Bandwurmleiber knospen.

Taenia echinococcus (Sieb.). *Dünndarm des Hundes.* 4—5 mm lang. 3—4 Proglottiden. Doppelter Hakenkranz (Fig. 228.).

Die Larve dringt in die Leber des Schweines, Rindes, Menschen. Die Wand der grossen Finnenblase — Echinococcus veterum bildet kleine Brutkapseln, welche eine ungeheure Zahl von Köpfen knospen lassen. Ausserdem können sekundäre, ins Innere der grossen Finnenblase fallende Tochterblasen entstehen, die ebenfalls Bandwürmer entwickeln.

Taenia cucumerina s. elliptica. *Dünndarm des Hundes, der Katze und kleiner ($^3/_4$—3 Jahre alter) Kinder.* 150—250 mm lang. 4 unregelmässige Hakenkränze. Doppelter Zwitterkomplex in jedem Glied. 80—120 Proglottiden.

Die Embryonen verwandeln sich in der Leibeshöhle der Hundelaus, Trichodectes canis in ein Plerocercoid mit Schwanzanhang, der 6 deutliche Haken trägt.

XIV. Typus.

Coelenterata — Pflanzentiere.

Als einfacher Grundtypus herrscht in diesem Tierkreise die Gestalt eines cylindrischen, aus zwei epithelialen Zellschichten (einer äusseren — Ektoderm und einer inneren — Entoderm) gefügten Schlauches — Polypen-

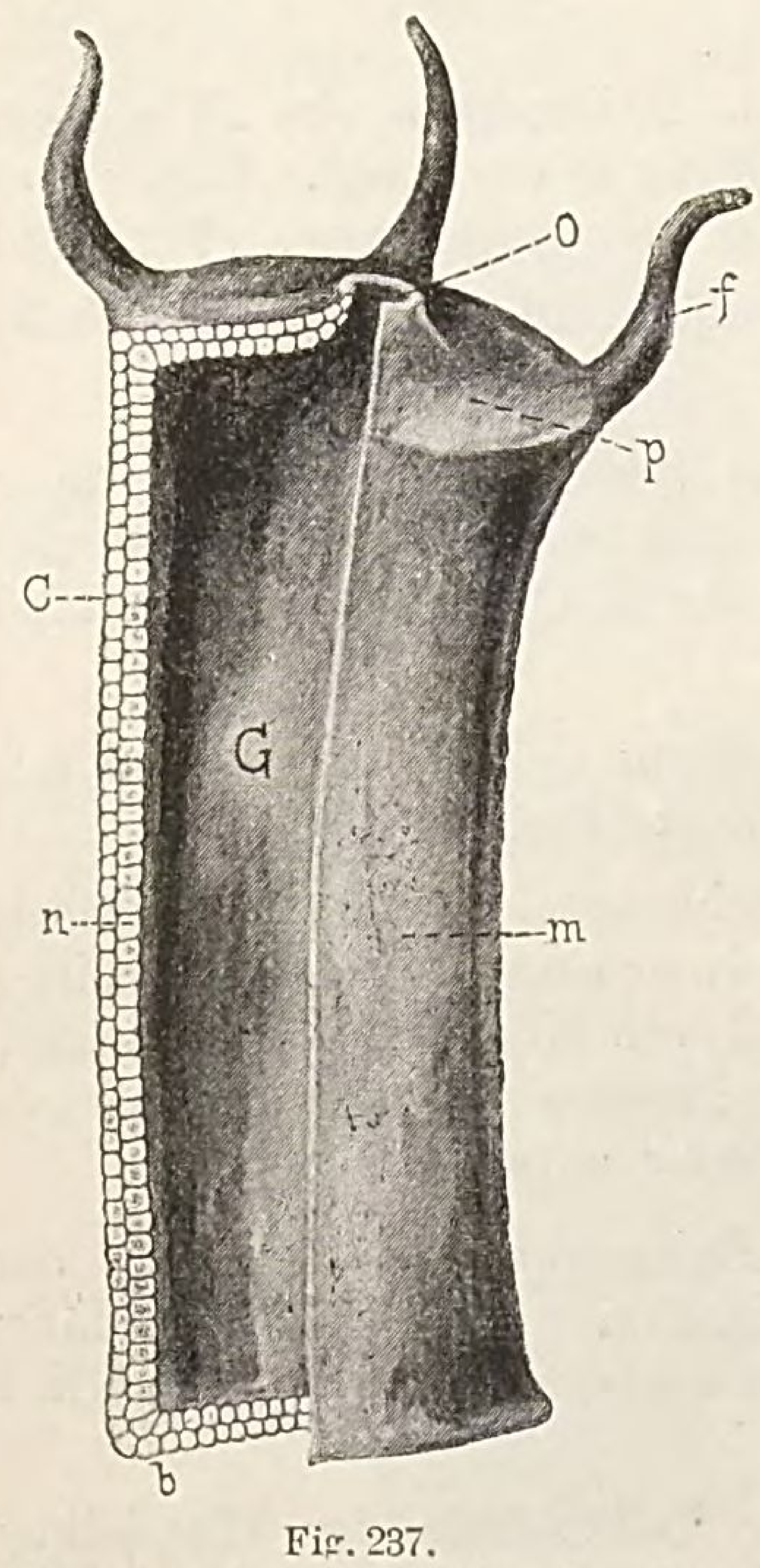


Fig. 237.
Schematische Darstellung eines Polypenschlauches.
b Fusscheibe, *C* Ektoderm, *f* Tentakel, *G* Gastralhöhle, *m* Mauerblatt, *n* Entoderm, *o* Mund, *p* Peristom.

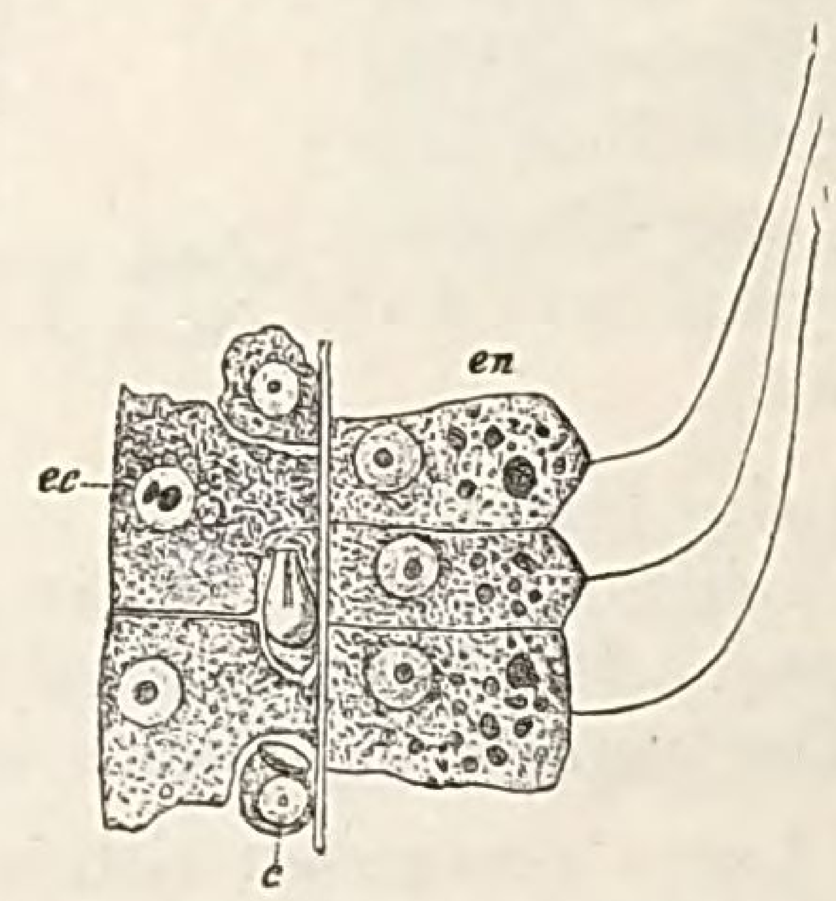


Fig. 238.
Ein kleines Stückchen vom Querschnitte der Körperwand eines Hydroidpolypen. Nach F. E. Schulze
c Nesselzellen, *ec* Ektoderm, *en* Geisselzellen des entodermalen Epithels.

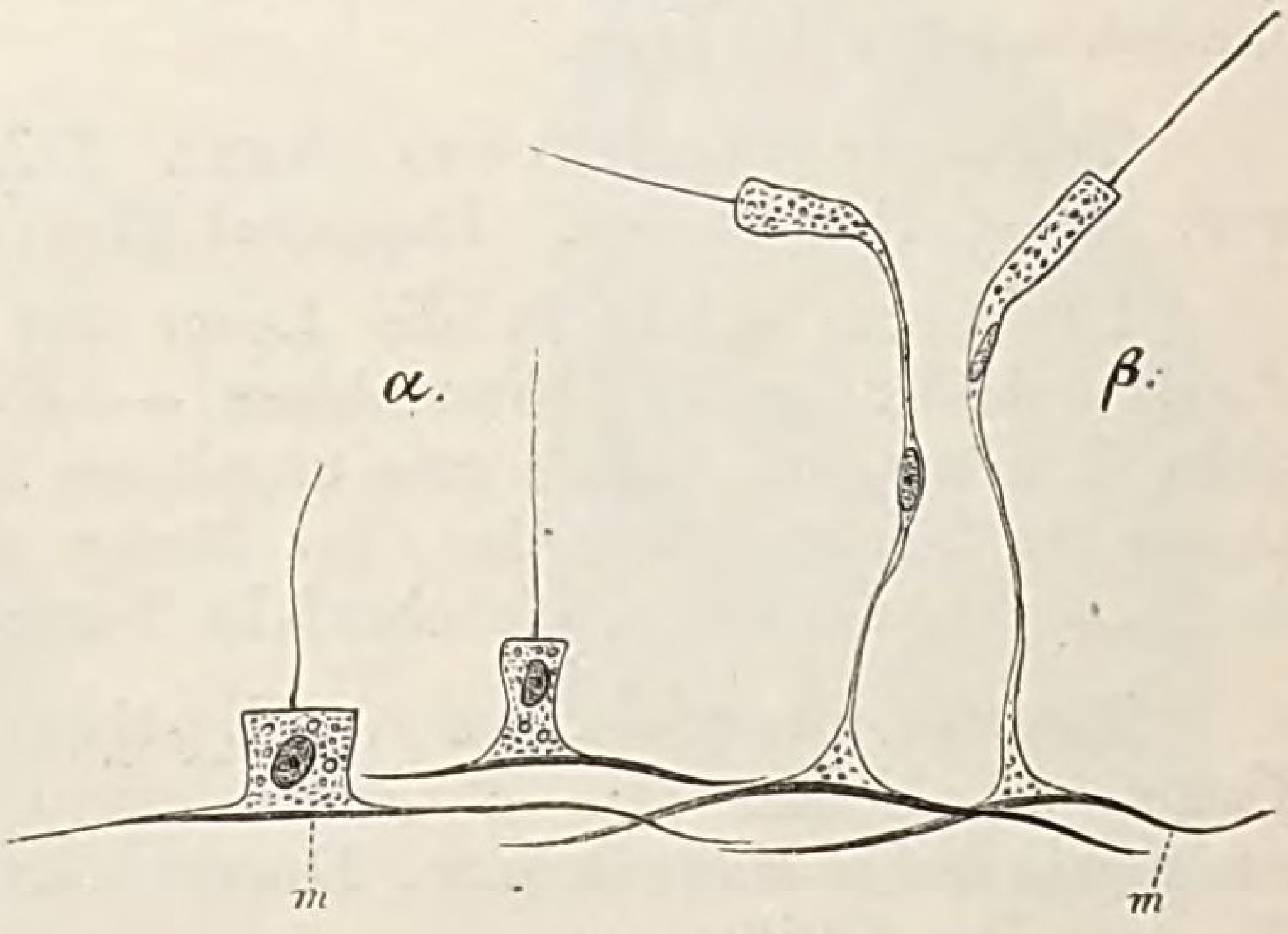


Fig. 239.
Isolierte Epithelmuskelzellen von Actinien. Nach O. und R. Hertwig. Die freie, je ein Wimperhaar tragende Fläche der Zellen ist nach oben gerichtet.
m Muskelfortsatz der Zelle, *α* niedrige, *β* langgestreckte Zellen.

schlauch (Fig. 237). Derselbe lebt entweder festsitzend oder frei im Meere schwimmend. Im ersteren Falle sitzt der Polyp mit einer scheibenförmigen — aboralen Fläche — Fussscheibe, Basis (*b*) fest, trägt an der entgegengesetzten — oralen Wand — Mundscheibe, Peristom (*p*) die

Mundöffnung (*o*) und umschliesst eine grosse verdauende Höhle — Urdarm- oder Gastralhöhle (*G*). Seine Seitenwand wird Mauerblatt (*m*) genannt. Cylindrische Auswüchse der Körperwand, die sehr agilen Tast-

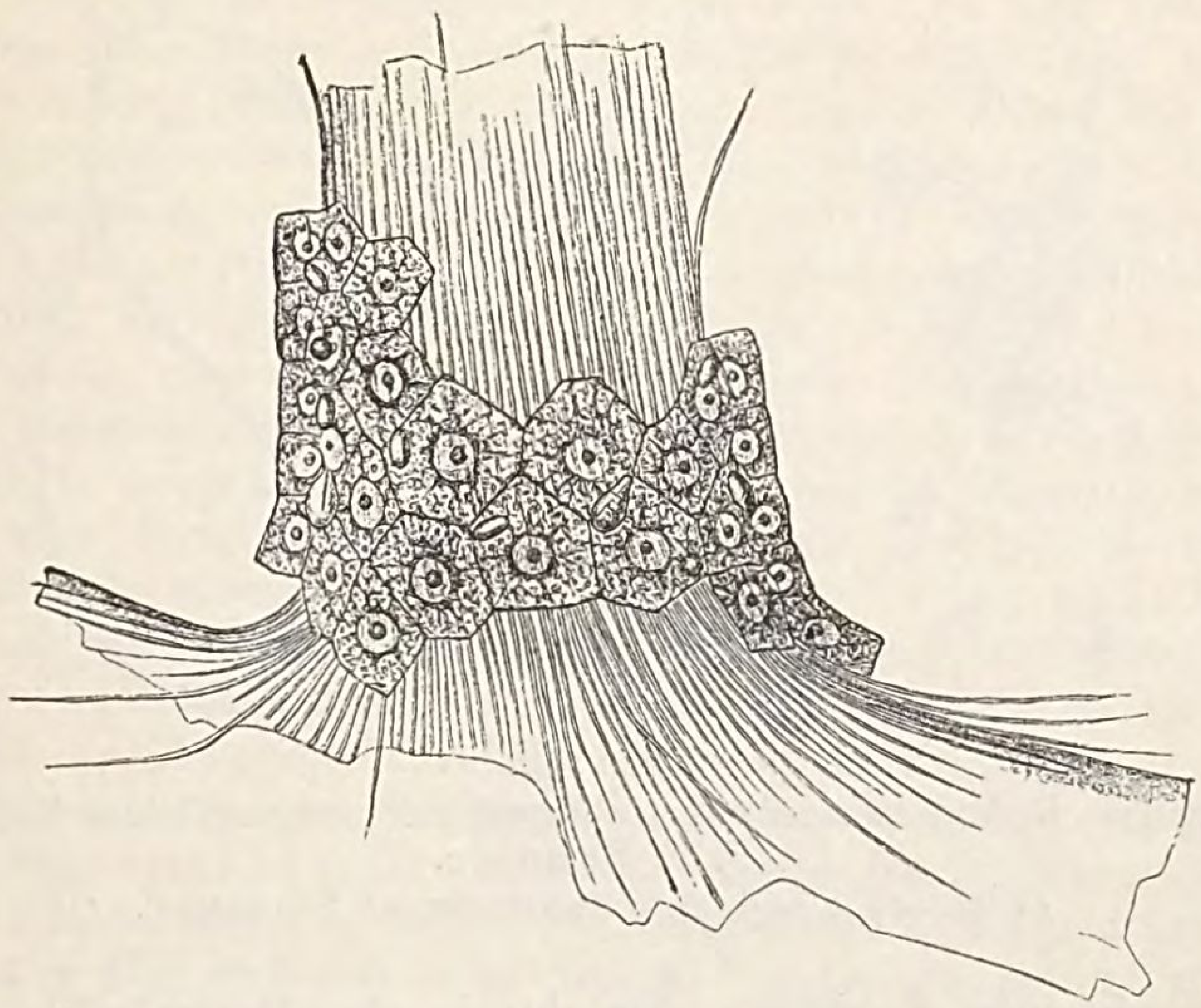


Fig. 240.
Stück eines Hydroidenleibes. Nach F. E. Schulze. Die polygonalen Ektodermzellen sind teilweise abgeschabt, um die der zarten mesodermalen Lamelle anliegenden Muskelfasern zu zeigen.

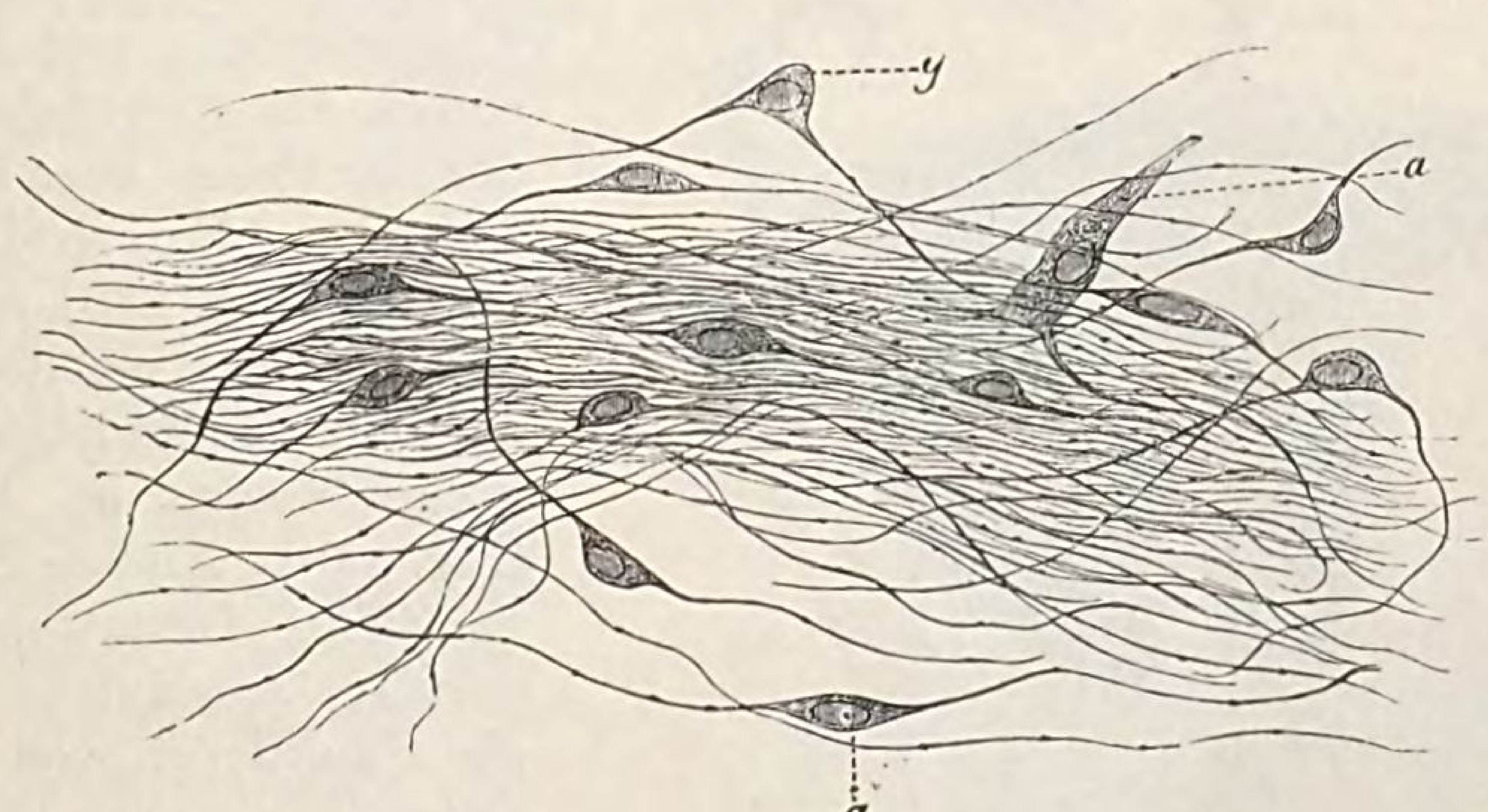


Fig. 241.
Ganglienzellen und Nervenfasern aus dem oberen Nervenringe einer Meduse. Nach O. und R. Hertwig.
a vereinzelte Sinneszellen, *g* Ganglienzellen.

fäden — Tentakel (*f*), umstehen die Mundscheibe; sie ergreifen und stopfen die Beute in den Mund.

Anderweitige Organe für die einzelnen Funktionen des lebenden Tieres fehlen. Aber in der epithelialen Körperwand differenzieren sich kleinere oder grössere zusammenhängende oder zerstreut liegende Bezirke zu verschiedener Form und Funktion. Zunächst wird zwischen das Ekto- und Entoderm häufig

eine mittlere Schicht — Mesoderm (Fig. 243) eingeschoben, entweder als eine einfache Stützmembran oder als zellige Gallerte. Das Entoderm, dessen Zellen meist Geisseln tragen (Fig. 238), kleidet die Urdarmhöhle aus und be-

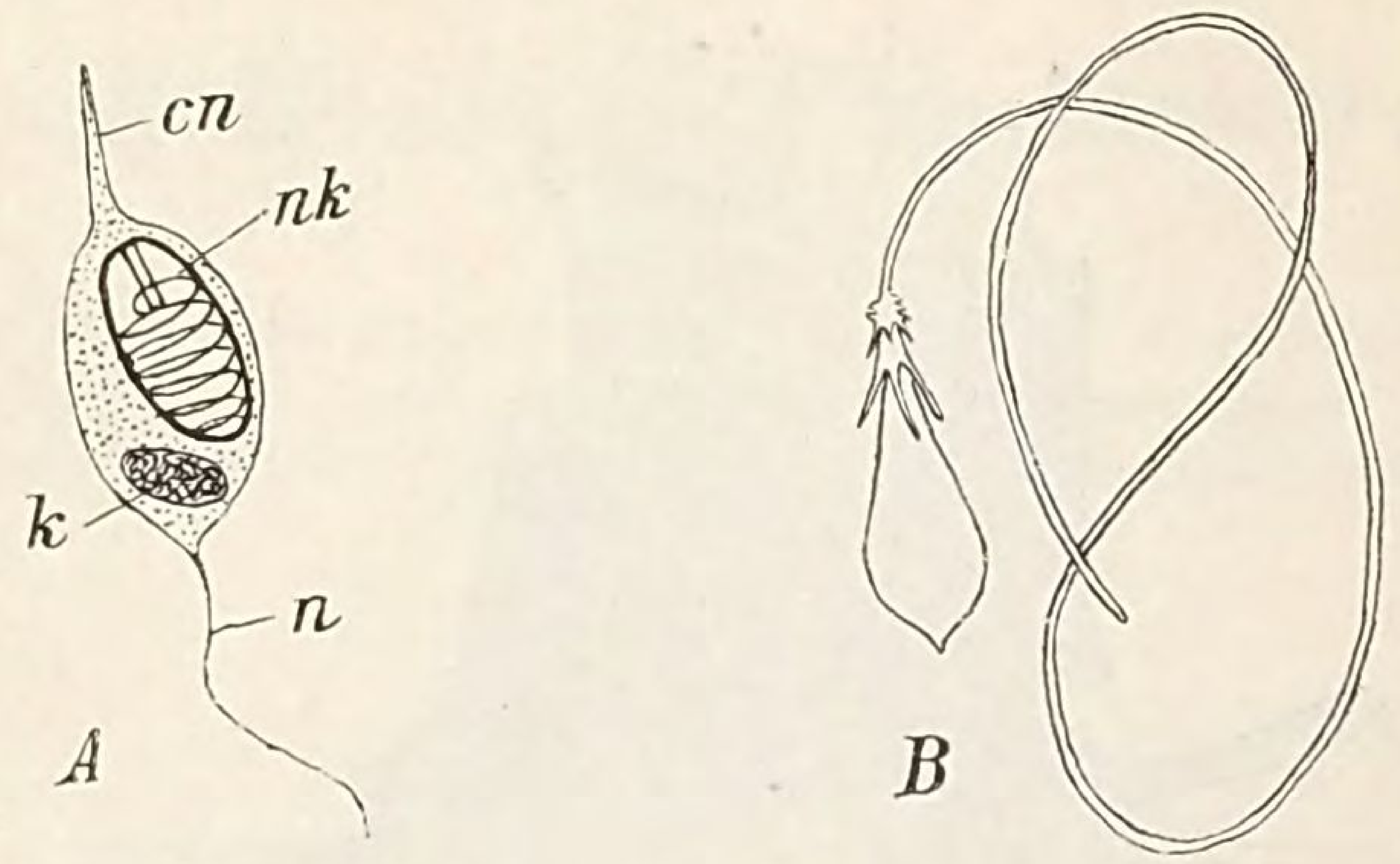


Fig. 242.
A Nesselzelle. *B* Ausgestossene Nesselkapsel mit ausgestülptem Faden. Nach F. E. Schulze.
cn Cnidocil, *k* Zellkern, *n* Nervenfaser, *nk* Nesselkapsel.

sorgt die verdauende Funktion. Da der in der Gastralhöhle entstehende Speisebrei fast alle Stellen des wenig umfangreichen Körpers bespült, sind besondere Cirkulationsorgane überflüssig. Muskulöse Fasern, welche dem Polypenschlauche Kontraktilität verleihen, entstehen als Auswüchse, sei es der Ektoderm- oder Entodermzellen — Epithelmuskelzellen (Fig. 239) und ziehen vereinzelt und regellos gerichtet oder als longitudinale und cirkuläre Lagen im Mesoderme (Fig. 240). Andere Zellen von verästelter Gestalt mit langen nervösen Ausläufern verrichten die Funktionen von Ganglienzellen (Fig. 241). Die Nervenfasern selbst weben Netze in der Körperwand. Im Ektoderme differenzieren sich ferner Sinneszellen. Besonders charakteristisch sind die Nesselzellen (Fig. 238, 242), deren Plasmaleib eine Kapsel mit einliegendem langen geknäuelten, vorne spitzen mit Widerhaken versehenen Faden erzeugt. Wird die Zelle gereizt, so wird der Faden herausgeschleudert, dringt in den Leib des Beutetieres ein und lähmt es durch seinen giftigen Saft. Die Nesselzellen sind oft gehäuft zu Nesselbatterien.

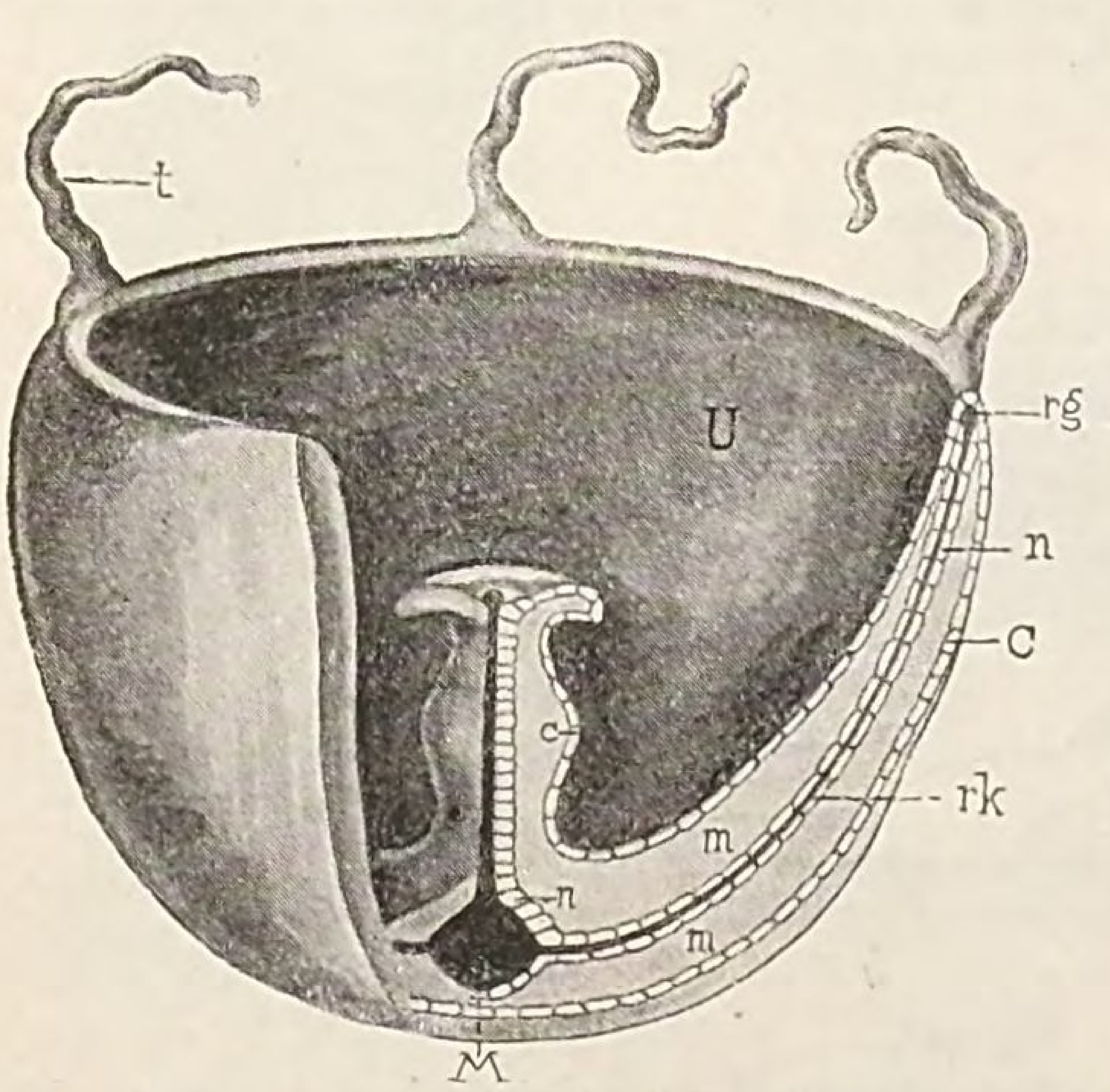


Fig. 243.
Schematische Darstellung einer Meduse. Der aborale Pol nach unten gekehrt.
C Ektoderm, *M* Magen, *m* Mesodermgallerte, *n* Entoderm, *rg* Ringgefäss, *rk* Radiärkanal, *t* Tentakel, *U* Subumbrella.

Der Polypenschlauch bildet auch ein Skeletgerüst, entweder chitinöse oder kalkige Hüllen durch Ausscheidung der Ektodermzellen an der äusseren Körperfläche, oder Kalkkörperchen im Mesoderme der Körperwand.

Wenn Polypen als schwimmende Tiere leben, so wird ihre typische schlauchförmige Gestalt zur regenschirmähnlichen Meduse (Fig. 243) umgebildet, deren Körper glockenartig aufgetrieben erscheint, um das Schwebe- und Schwimmvermögen derselben zu sichern. Man kann die Gestalt des Polypen und der Meduse leicht auf einander beziehen durch die Vorstellung, dass die Mundscheibe (*p*) eines Polypen (Fig. 237) sich konkav gegen die Basis einsenkt. Daraus resultiert ein glocken- oder schirmförmiger Körper — Umbrella, Medusenschirm, dessen orale konkav vertiefte Fläche Subumbrella (Fig. 243, *U*), dessen äussere konvexe Fläche Exumbrella genannt wird. Die Gastralhöhle entspricht einem schmalen Raume im Medusenschirm, derselbe bleibt aber nicht einheitlich. Da die orale und aborale Wand des Gastralspaltes sich grösstenteils dicht an einander legen und eine solide doppelte Zellenlage — Cathammalplatte bilden, besteht nur an beschränkten Bezirken eine Gastrallichtung. Als Grundschema derselben ist eine grössere centrale Höhle — Magenhöhle (*M*) mit einem Kranzdarme, d. h. vier radiär ausstrahlende und am Schirmrande durch ein Ringgefäss (*rg*) verbundene Radiarkanäle (*rk*) anzusehen. Die 4 Radiärgefässe bestimmen 4 perradiale Medianebenen, welche den Medusenleib in 4 Quadranten teilen. 4 interradiale Medianebenen sind um 45° gegen sie gedreht zu denken.

Die Mundöffnung liegt nicht im Grunde der Subumbrella, sondern ist auf einen achsialen, aus derselben hervorragenden cylindrischen Zapfen — Mund- oder Magenstiel gelagert. (Fig. 243, 247).

Am Rande des Medusenschirmes sitzen gleichwie am Peristomrande des Polypen die Tentakel (*t*) als lange oder kurze Fäden, entweder 4 perradial oder 4 perradial und 4 interradial gestellte Fäden.

Die schwimmende Meduse ist so orientiert, dass der aborale Pol aufwärts sieht.

Der Medusenschirm erlangt durch massige Ablagerung von gallertig-elastischem Mesoderme (*m*) sehr häufig bedeutende Resistenz und kann ansehnlich gross werden (Durchmesser 6—10 cm). An der subumbrellaren Fläche häufen sich Muskelfasern der Epithelmuskelzellen an und bilden sowohl ringförmig wie radial geordnete Muskellagen. Diese dienen der Schwimmbewegung; ihre die Schirmhöhle verengende Kontraktion drückt mit energischem Ruck das Wasser aus derselben, während der Rückstoss den Schirm selbst in entgegengesetzter Richtung forttreibt. Der in die Ruhelage zurückkehrende elastische Schirm erweitert dann die Schirmhöhle wieder. Muskelfasern sind reichlich auch im Mundstiel und den Tentakeln entfaltet.

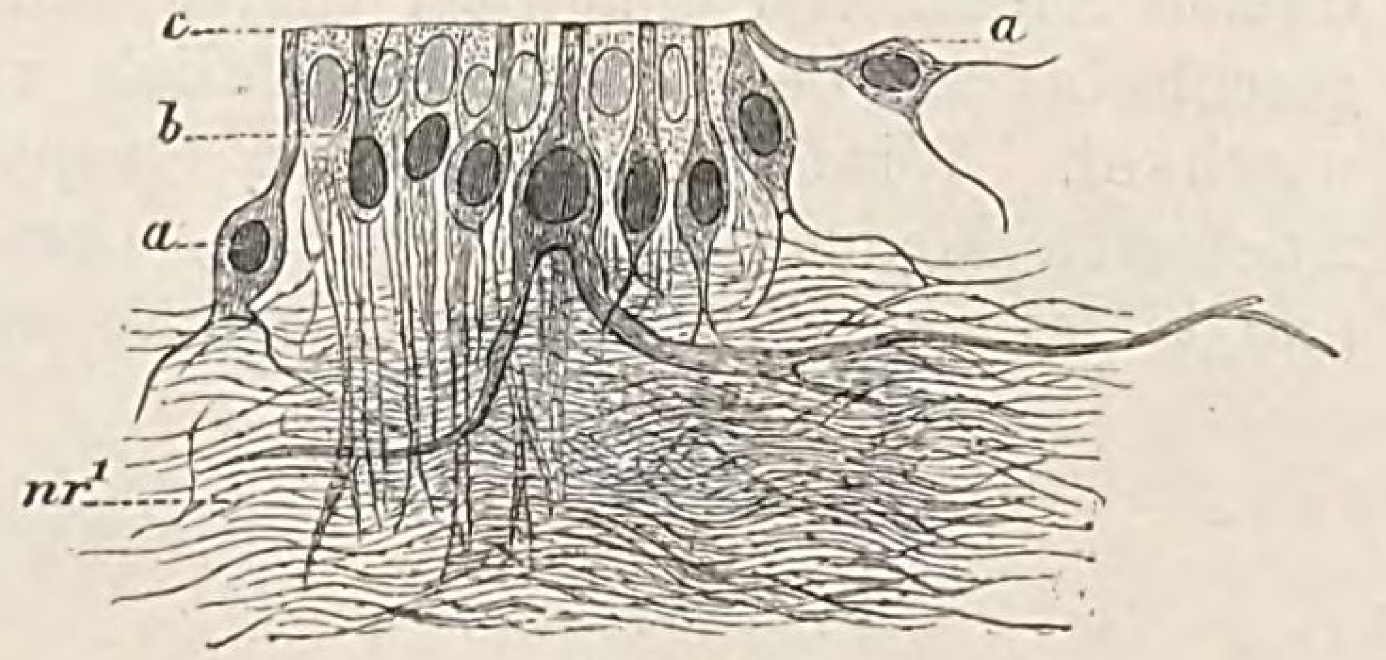


Fig. 244.
Ein Stück vom Sinnesepithel und dem oberen Nervenring einer Meduse. Nach O. und R. Hertwig.
a Sinneszellen, *b* Stützzellen, *c* Aussenfläche des Epithels, nr^1 Nervenring.

Am Schirmrande (Fig. 244) dieser freibeweglichen Medusen stehen gewöhnlich gut ausgebildete Sinnesorgane (Tast-, Geschmacks-, Seh- und statische

Organe) und die Nervenfasern flechten hier einen ansehnlichen Nervenring. Die Augen erscheinen als Pigmentflecke mit Linsen, die statischen Organe sind einfache Epithelbläschen mit Wimperzellen und Statolithen. Die Vermehrung der Cölenteraten erfolgt entweder ungeschlechtlich oder durch wahre an verschiedenen Individuen entstehende Geschlechtszellen. Die ungeschlechtliche Vermehrung geht auf dem Wege der Teilung (Quer- und Längsteilung) oder der Knospung vor sich, indem irgend ein Bezirk des Mauerblattes der Polypen sich ausbuchtet und zu einem neuen Tierkörper entfaltet. Die Teilstücke bezw. Knospen lösen sich in vielen Fällen vom ursprünglichen Tiere ab zu selbständigem Leben; wenn dies nicht erfolgt, entstehen Tierstöcke: Polypen- oder Medusenkolonien, in denen nicht bloss die Leiber, sondern auch die Gastralhöhlen der Einzelindividuen zusammenhängen (Fig. 246, 250, 251, 254).

Die Fähigkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung kommt insgesamt den Medusen, jedoch nicht allen Polypen zu. Besondere Geschlechtsorgane sind nicht vorhanden. Die Geschlechtszellen entstehen an besonderen Regionen des Körpers — Keimstätten, indem Haufen von Zellen entweder aus dem epithelialen Verbande des Ektodermes oder des Entodermes ausgeschaltet werden und sich zu Eiern oder Samenfäden umformen. Durch Platzen der überliegenden Epitheldecke werden sie direkt nach aussen oder in die Gastralhöhle entleert. Hermaphroditismus ist nur bei wenig Arten beobachtet.

Die beiden Grundformen der Polypen und der Meduse sind oft ganz unabhängig und charakteristisch für viele Arten der Cölenteraten. Oft aber erscheinen sie im Rahmen ein und derselben Species neben oder nach einander, so dass ein systematischer Speciesname zwei recht verschiedene Gestalten zusammenfasst — Dimorphismus der Species. Bei Kolonien bildenden Polypenarten treten häufig Unterschiede der Polypenpersonen auf, die zum Tri- und Polymorphismus gesteigert werden.

Die geschlechtliche Vermehrung geschieht direkt. Die befruchteten Eier der Polypen liefern Polypen, die der Medusen direkt Medusen. In anderen Fällen entstehen aus den befruchteten Eiern der Medusen Polypen, die keine Geschlechtszellen produzieren und neben Polypenschläuchen auch Medusen knospen lassen. Dann erfolgt im Rahmen einer Species ein periodisches Alternieren dimorpher Individuen, ein Wechsel abweichend gestalteter, geschlechtlich, bezw. ungeschlechtlich vermehrter Tiere — Generationswechsel. Wiederum in anderen Gruppen stellt der Polypensack, der befruchteten Meduseneiern entsprosst, nur einen vorübergehenden Zustand dar und bildet sich direkt in eine Meduse um.

I. Klasse. Hydrozoa.

Die Formenmannnigfaltigkeit dieser Gruppe lässt sich auf den Typus der Hydrula und Hydromeduse beziehen:

1. Die Hydrula (Fig. 237) ist ein einfacher Polypensack mit einfacher Gastralhöhle. Die Mundöffnung (*o*) liegt auf einer höckerigen Vorwölbung — Mundwulst des von den Tentakeln umstellten Peristomes.

Die Tentakel sind solide, durchzogen von einer einfachen Reihe entodermaler Zellen (Fig. 245). Die Mesodermlamelle ist zellenlos. Die ektodermalen Muskelfasern ziehen längs des Mauerblattes und der Tentakel. Das Ektoderm scheidet häufig eine chitinöse Skelethülle — Perisarc um den Polypenleib ab (Fig. 246).

2. Die Hydromeduse — Schleierqualle (kleine Qualle, etliche mm bis cm gross) (Fig. 247). Der Eingang in die Schirmhöhle wird durch eine horizontale schmale Membran — Velum begrenzt, welche vom Rand der

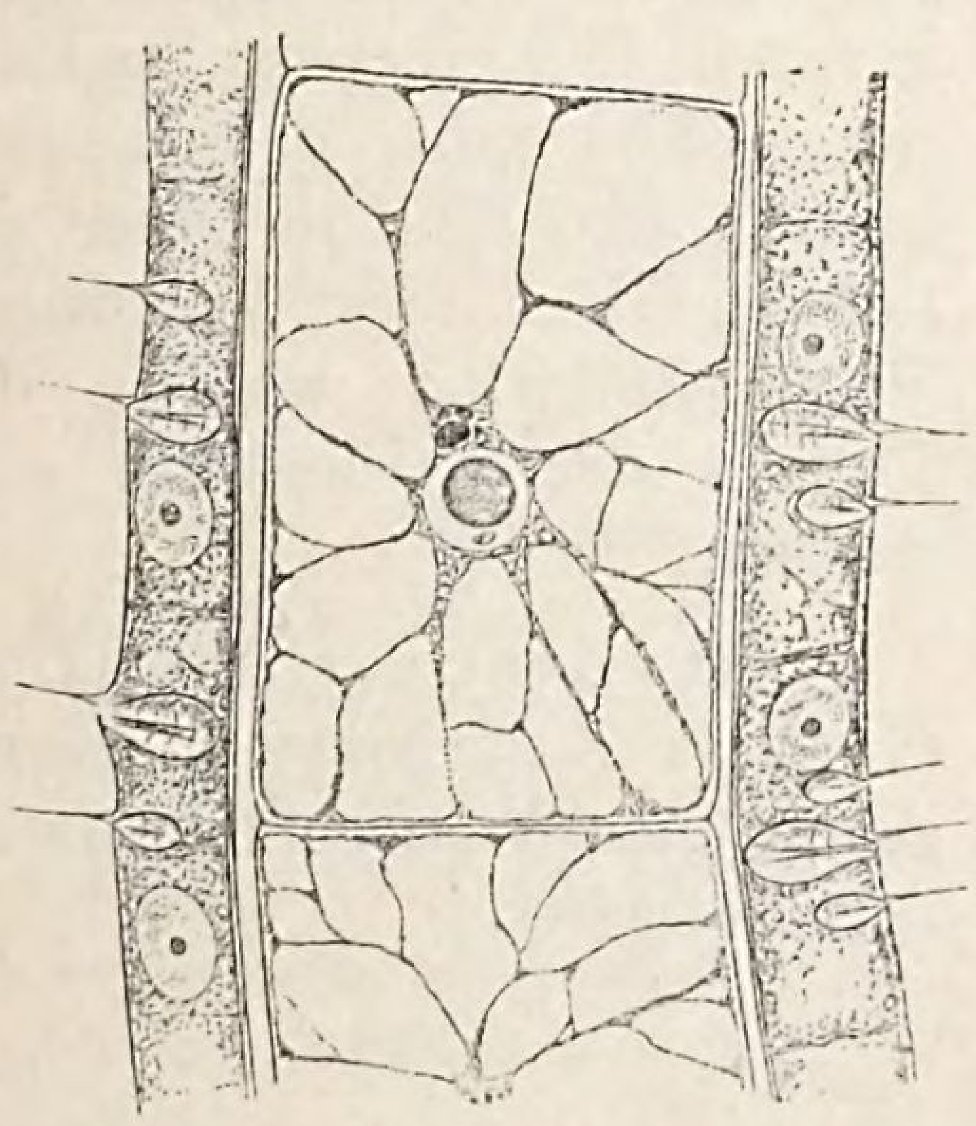


Fig. 245.
Abschnitt eines soliden Tentakels von einem Hydroidpolypen. Nach F. E. Schulze. Innen liegt eine grosse Entodermzelle, welche bedeckt ist von der (rechts und links getroffenen) Ektodermschichte. Letzterer zeigt Nesselkapseln eingelagert und vorspringende Sinneshaare.

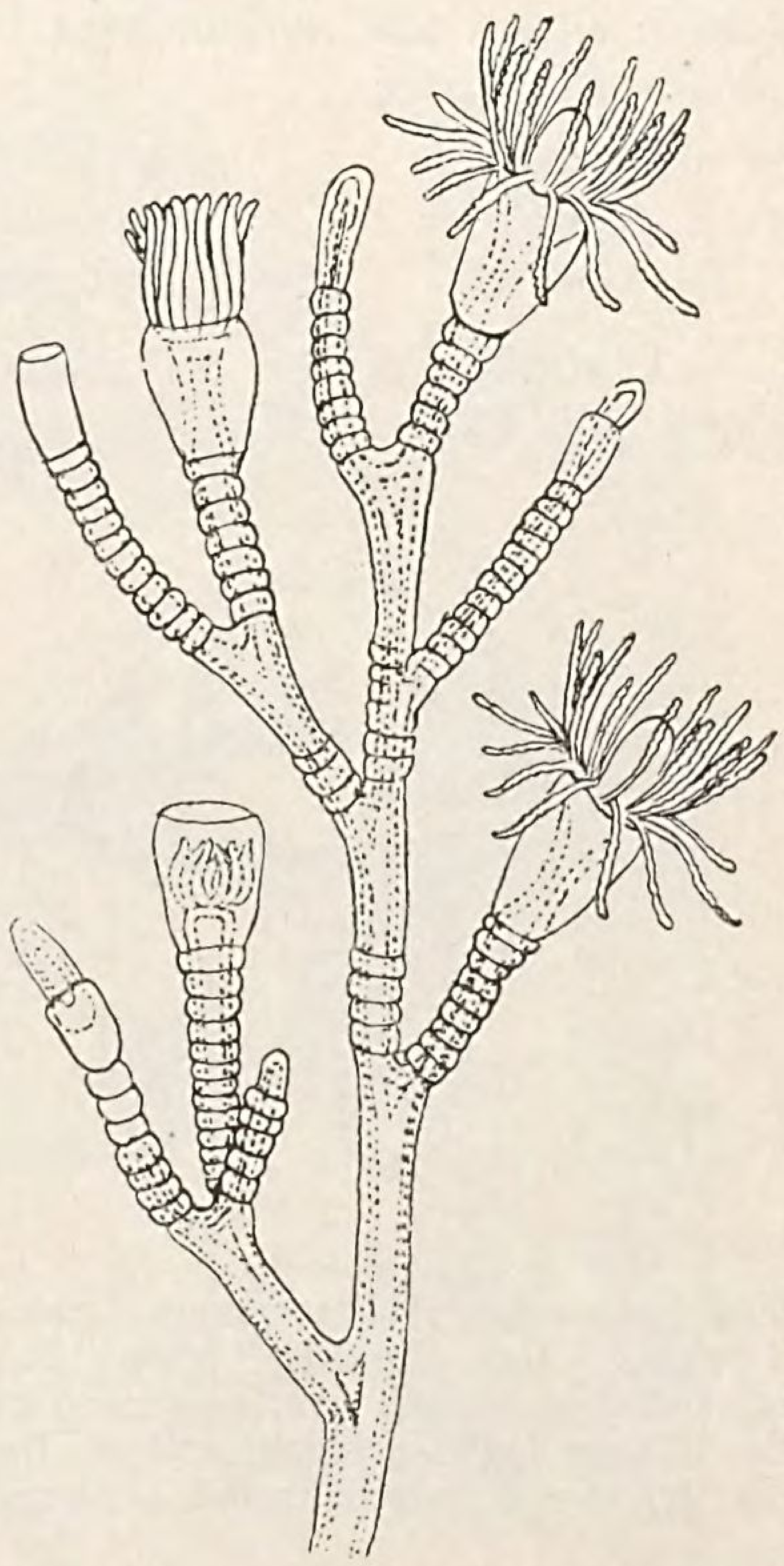


Fig. 246.
Abschnitt einer Hydroidpolypenkolonie, Schizocladium ramosum. Nach Agassiz. Weichkörper punktiert. Das ihn umhüllende Perisark durch eine schwarze Linie angedeutet.

Subumbrella als ringförmiger schwach muskulöser Randsaum vorspringt. Die Tentakel sind meist sehr lange Fang- und Tastfäden. Die Schirmgallerte ist zellenlos. Zwischen den breiten interradialen Kathammalplatten liegen enge einfache Radiärkanäle. Unterhalb des mit den freiliegenden Randsinnesorganen verbundenen Nervenringes am Schirmrande liegt ein zweiter Nervenring, dessen Fasern in die Subumbrella und das Velum strahlen. Die aus dem Ektoderm ausgeschalteten Geschlechtszellen häufen sich zu Wülsten an

der subumbrellaren Wand der Radiärkanäle oder des Magens oder des Mundstieles und werden in die Schirmhöhle entleert.

Die Polypen bilden oft grosse strauch- oder buschförmige Kolonien durch Knospen, deren Achsen unter spitzem Winkel gegen die Achse des knospenden Tieres geneigt sind (Fig. 246). Die Knospen gewinnen meist Polypengestalt, zu bestimmten Zeiten aber entwickeln sich die Knospen zur Medusenform und lösen sich dann von der Kolonie los, um frei im Meere zu schwimmen und die Geschlechtszellen zu verbreiten, aus denen Polypen entstehen. In anderen Fällen bleiben die medusoiden Knospen an der Kolonie sitzen und verkümmern, nachdem sie die Geschlechtszellen gereift haben. (Fig. 248).

I. Ordnung. Hydridae.

Einfache Polypen des süssen Wassers. Ohne Medusenform. Sie bilden kein Skelet. Ihre dünnen Tentakel sind hohl. Sie lieben es, sich durch lebhafte Knospung zu vermehren; die Knospen lösen sich jedoch bald ab. Zu bestimmten Jahreszeiten entstehen Geschlechtszellen an dem hermaphroditen Polypenleibe; die Spermatozoen in rundlichen Höckern der Leibeswand dicht unter dem Tentakelkranze, die Eier in einer etwas tieferen Zone des Mauerblattes. Beide Zellarten werden durch Platzen der Leibeswand ausgestossen.

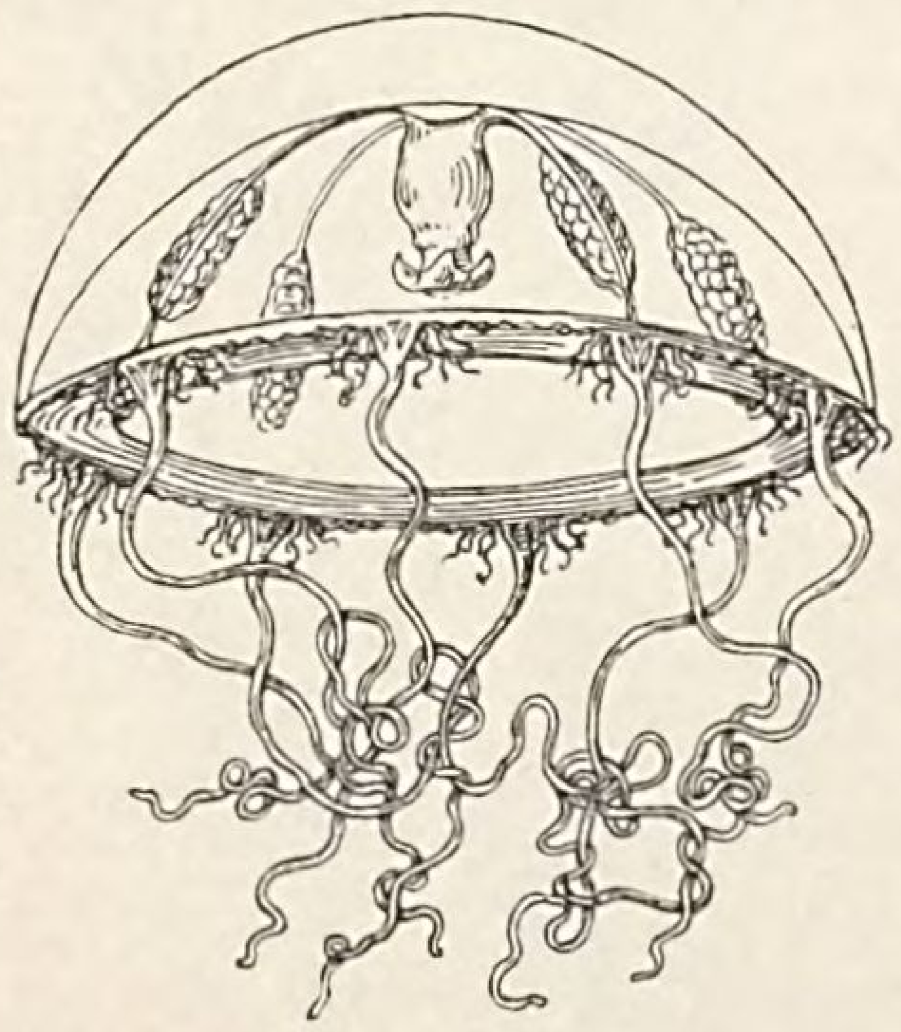


Fig. 247.
Eine Hydromeduse, Mitroconium cirratum. Nach Häckel. Der Mundstiel hängt frei in die Schirmhöhle. An den vier Radiarkanälen hängen die Wülste der Geschlechtszellen. Das Velum am Eingange in die Schirmhöhle ist schraffiert.

Hydra viridis (L.) — Grüner Armpolyp. *Europa.* Auf grünen Wasserpflanzen stehender Gewässer.

II. Ordnung. Hydromedusae.

Der Polypenleib lässt einen vorderen aufgeblasenen Teil mit Mund und Tentakelkranz und einen aboralen dünnen Stiel unterscheiden (Fig. 246). Die durch Knospung vermehrten Einzelpolypen bleiben verbunden und bilden entweder niedere Kolonien — Rasen von dicht gedrängten Individuen oder höhere Kolonien zweigartig geordneter Polypen — baumförmige Polypensträuche. Auch dabei fällt der Dickenunterschied des Leibes der Einzeltiere — Hydranthen und des dünnen Stammes der Kolonien auf. Das Ektoderm scheidet cuticulare Hüllen — Perisarc zur Festigung der Polypenkolonien aus (Fig. 248, *ps*).

An den Hydroidpolypenstöcken knospen Hydromedusen, nur herrscht mannigfache Abwechslung, ob sie sich ablösen oder am Stocke sitzen bleiben. Im letzteren Falle werden den Medusenknospen — medusoiden Gonophoren

die zum selbständigen Leben notwendigen Organe, wie Velum, Tentakel, Mund unvollkommen ausgebildet, oder ganz unterdrückt. In vielen Fällen verwächst sogar der Schirm der festsitzenden Meduse am oralen Rande zu einer Kaspel — Sporosac, an deren achsialen Magenstiel — Spadix die Geschlechtszellen reifen.

I. Unterordnung. Tubularia.

Die Polypen besitzen oft einen äusseren Tentakelkranz am Rande der Mundscheibe und einen inneren Kranz neben dem Munde. Das Perisarc umhüllt nur den Stamm der Kolonie.

Die zugehörigen Medusen — Anthomedusen besitzen einen hohen Schirm, in dessen Höhle der Magenstiel herabhängt, 4 (selten 6, 8) Radiärkanäle, Gonaden an der Magenwand. An der angeschwollenen Tentakelbasis sitzen Augenflecke — Ocellen.

Eudendrium racemosum (Cav.). *Mittelmeer.* Polypen mit einem Tentakelkranze.

Bougainvillea ramosa (Ben.). *Mittelmeer.* Die zugehörige Meduse ist unter dem Namen Margelis ramosa beschrieben.

Tubularia larynx (Ell.). *Europäische Küsten.* Polypen mit doppeltem Tentakelkranze.

Cordylophora lacustris (Allm.) *Im Meer und Brackwasser der deutschen Küsten, kann auch im Süsswasser leben.* Tentakel nicht kranzförmig gestellt.

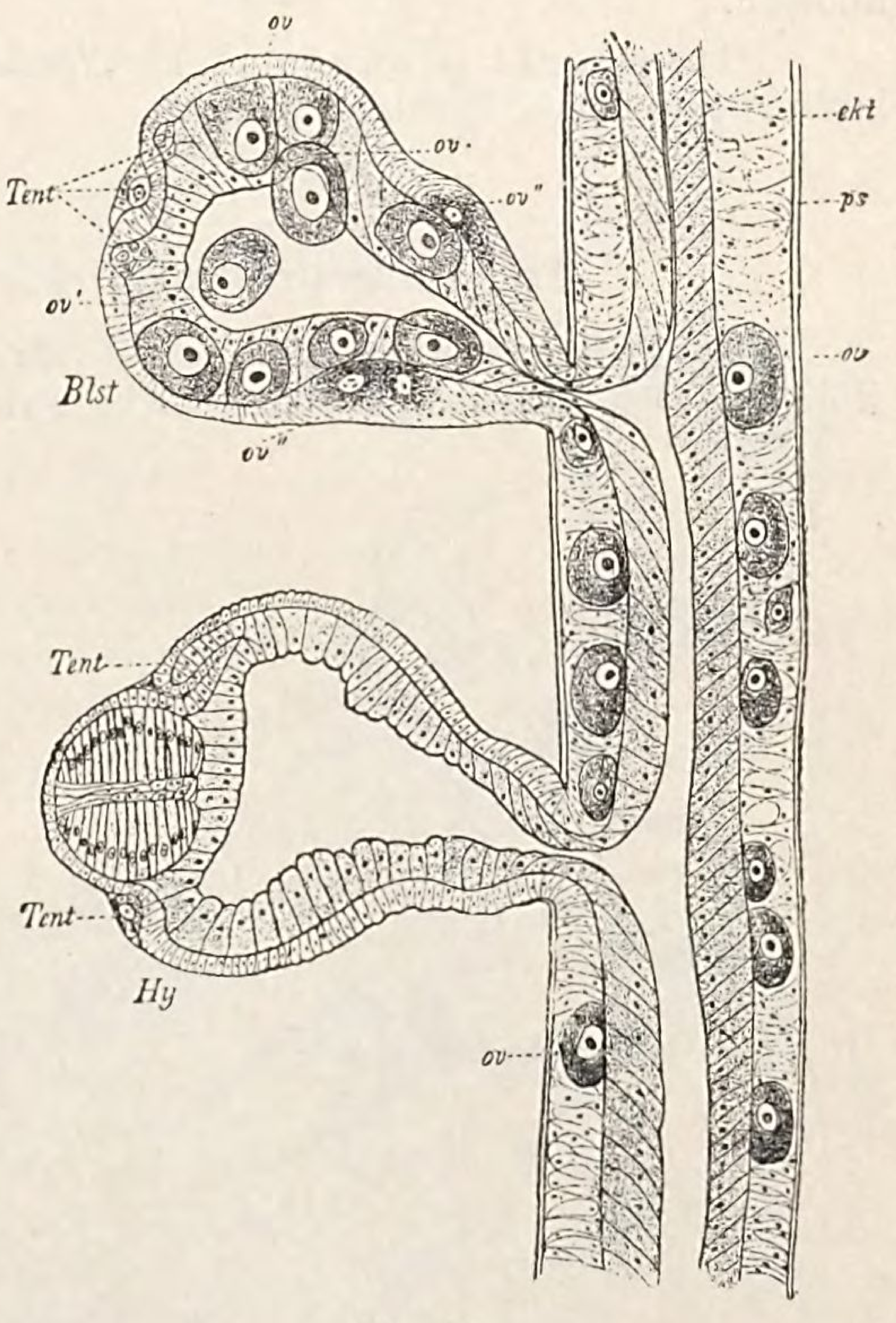


Fig. 248.
Abschnitt eines Stückchens von Eudendrium racemosum mit zwei Knospen: unten die Knospe eines Hydranthen *Hy*, oben eine Geschlechtsknospe *Blst.* Nach Weismann.

ekt Ektodermzellen, *ov*, ov^1 Eizellen, teils in der ektodermalen Bildungszone liegend, teils ins Entoderm geschoben, ov^{11} zerfallende Eizellen, *ps* Periderm, *Tent* Anlage der Tentakeln.

II. Unterordnung. Campanaria.

Perisackelche umhüllen auch die Einzelpolypen, welche sich in die Kelchhöhle zurückziehen können.

Die zugehörigen Medusen — Leptomedusen (Fig. 247) haben einen flach gewölbten, mehr breiten als hohen Schirm, ein sehr zartes Velum, hohle,

dünnwandige, sehr bewegliche Tentakel, Lappen am Mundrande, 4, 6, 8, 16, 32, 80 Radiärkanäle, Öffnungen des Ringkanales am Schirm, Gonaden an den Radiärkanälen. Am Schirmrande sind Augen selten, dagegen statische Bläschen häufig. Die Medusen entknospen gewöhnlich besonderen Zweigen — Gonangien der Polypenkolonien.

Campanularia geniculata. *Nordsee und atlantische Küsten.* Die zugehörige Meduse als Obelia lucifera (Haeck.) beschrieben.

Sertularia pumila (L.) *Europäische Meere.* Die Polypenkelche sitzen dicht dem Stamme an. Die Kolonien lassen keine freien Medusen knospen.

Plumularia pinnata (L.). *Nordsee, Mittelmeer.* Die Kolonien lassen keine freien Medusen knospen.

III. Unterordnung. Hydrocoralliae.

Das Perisarc verkalkt und bildet zarte, den Polypenleib umhüllende Röhren. Die Einzelpolypen sind dicht gedrängt zu rasenartigen Kolonien,



Fig. 249.
Abschnitt einer Kolonie von Spinipora echinata. Nach Moseley.

welche ein kalkartiges Netzwerk (Fig. 249) darstellen, weil die Einzelpolypen durch sekundäre, ebenfalls äusserlich verkalkende Hohlzweige verbunden sind, damit durch die Scharung die Widerstandskraft der feinen Skeletröhren und die Festigkeit der ganzen Kolonie gesteigert werde. Die Einzeltiere der Kolonie sind polymorph. Sie treten als grössere, mit Tentakeln begabte Nährpolypen — Gastrozoide und als kleine, mund- und tentakellose Tastpolypen — Dactylozoide auf (Fig. 249).

Medusen werden nicht gebildet. Die Geschlechtszellen entstehen in Gonophoren.

Stylaster roseus (Gray). *Ostküste Amerikas.*

Spinipora echinata (Mos.). *Küste von Brasilien.*

Millepora alcicornis (L.). *Westindische Meere.*

Erloschene Gruppen.

I. Graptolithidae.

Im Silur. Kolonien nicht festgewachsen, durch ein stabförmiges Achsenskelet gestützt. Die Polypen sassen in dicht gestellten Zellen.

Monograptus (Gein.).

II. Stromatoporoidea.

An Korallenriffen der Silur- und Devonzeit.

Stromatopora (Gf.). *Devon.*

Hypogenetische Medusen.

Wie bei Hydra, den Hydrocoralliae und vielen Hydroidkolonien freischwimmende Medusen vermisst werden, giebt es umgekehrt Hydromedusen, in deren Lebenscyklus die Polypen fehlen, deren Eier sich direkt zu Medusen entwickeln.

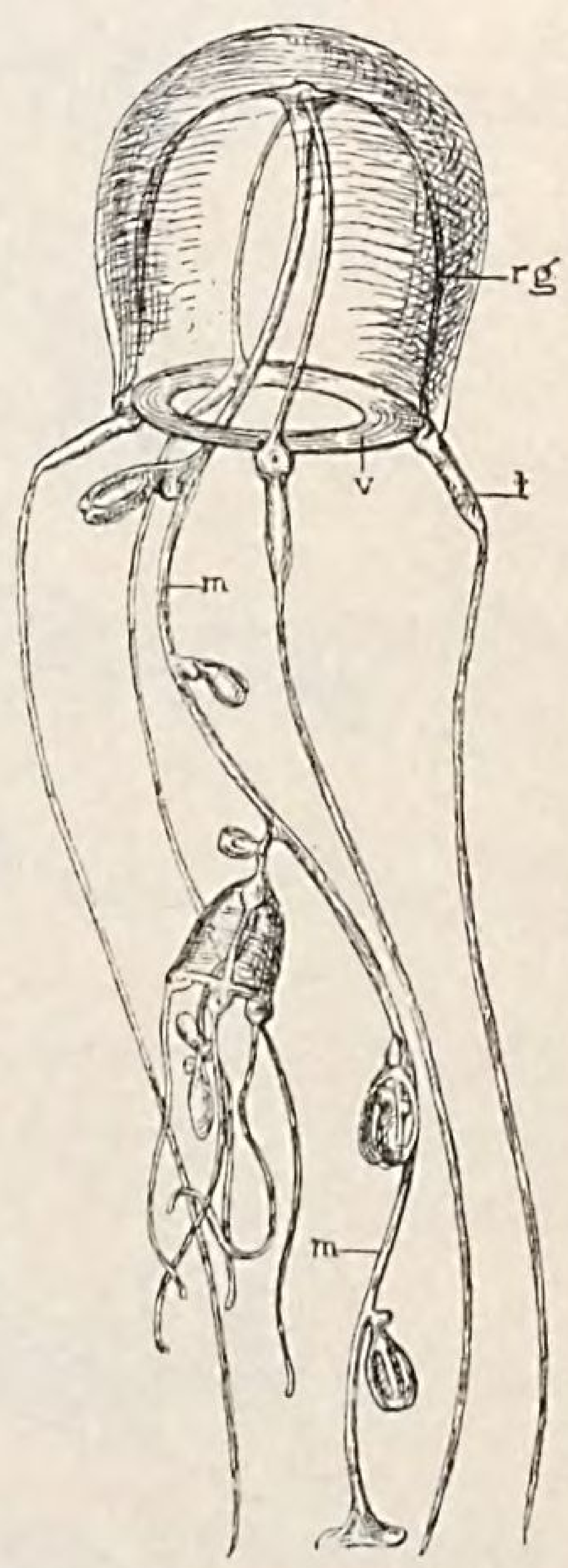


Fig. 250.
Eine Hydromeduse, Dipurena dolichogaster, an deren verlängertem Magenstiele (*m*) fünf Medusen knospen. Nach Chun.
m Magenstiel, *rg* Radiärgefäss, *t* Tentakel, *v* Velum.

IV. Unterordnung. Trachomedusae.

Schirm flach. Das Velum ist derbe, Tentakel solide und steif. 4, 6, 8 Radiärkanäle, Gonaden an den Radiärkanälen, Geschlechtszellen durch den Mund entleert. Ein Ring von Nesselzellen am Schirmrande. Einige Tentakel — sog. Hörkölbchen, Cordylien bleiben sehr kurz, ihre Entodermachse scheidet einen Statolithen ab.

Carmarina hastata (Haeck.). *Mittelmeer.*

Rhopalonema velatum (Ggb.). *Mittelmeer.*

V. Unterordnung. Narcomedusae.

Der Schirmrand ist eingekerbt. Das Velum ist derb breit. Die steifen soliden Tentakel sind auf die Exumbrella verschoben, dem aboralen Pole genähert. Die Radiärkanäle sind flach, der Ringkanal sendet bogenförmige Kanalarkaden in die Exumbrella. Die Gonaden sitzen an der Magenwand. Ein Nesselring am Schirmrande. Am Schirmrande sitzen Cordylien.

Aegineta hemisphaerica (Ggb.). *Mittelmeer.*

Cunina lativentris (Ggb.). *Mittelmeer.*

III. Ordnung. Siphonophora — Röhrenquallen.

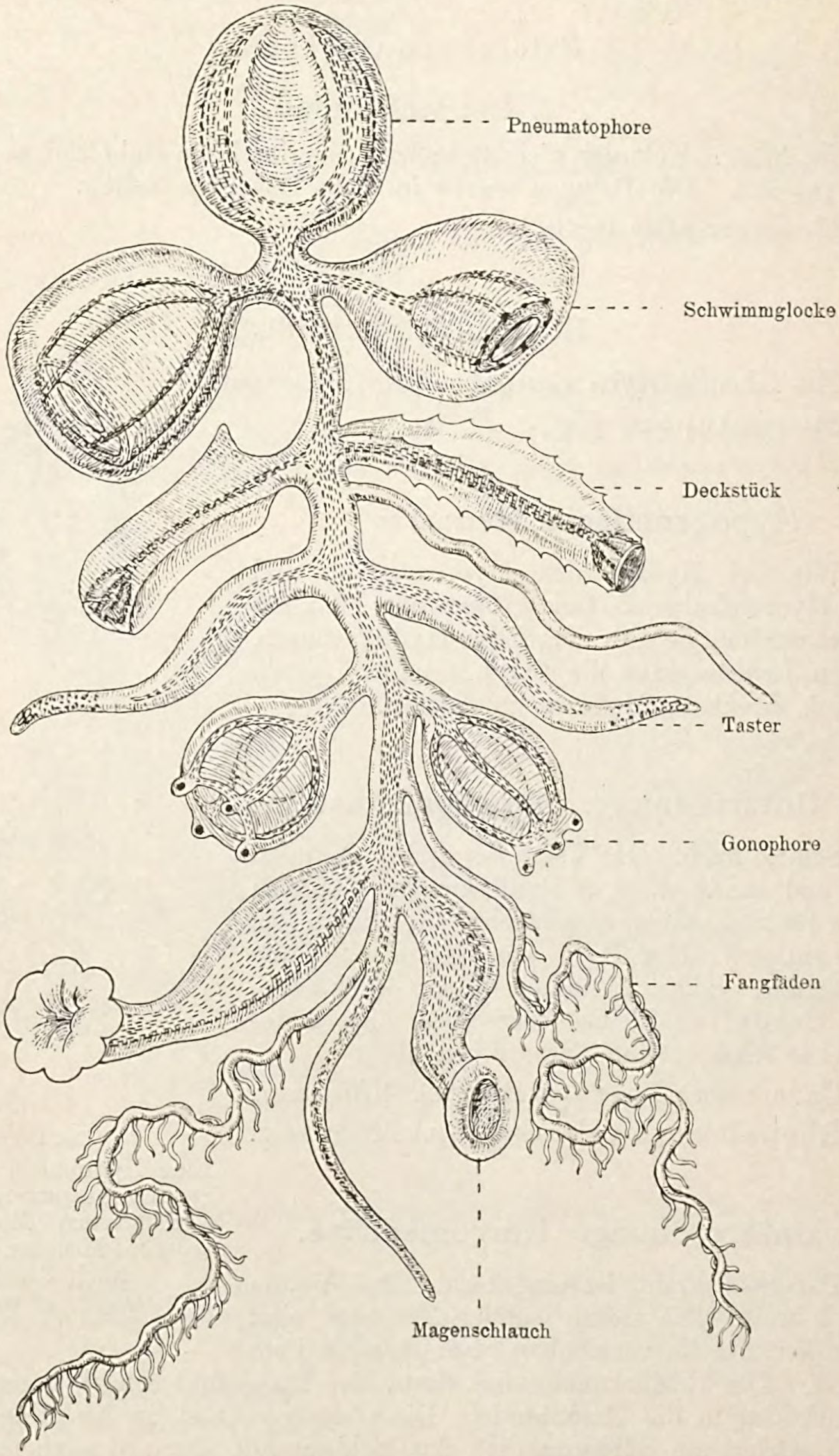


Fig. 251.
Schematische Darstellung einer Siphonophorenkolonie. Die Gastralhöhlen der Knospen und des Stammes gestrichelt.

Nicht nur die Polypen, auch die Medusen bilden durch fortgesetzte Knospung Kolonien, welche gleich wundervollen, prächtig gefärbten Guirlanden im Meere schwimmen, indem am lange auswachsenden Magenstiele — Stamm einer Hydromeduse zahlreiche Medusen knospen, die sich nicht loslösen und deren Gastralhöhlen mit einander kommunizieren (Fig. 250, 251). Da die typischen Teile der Medusenknospen ungleichmässig entwickelt oder teilweise unterdrückt werden, entsteht eine polymorphe Medusenkolonie (Fig. 251). Die den oberen Pol der schwimmenden Kolonie bezeichnende Stammmeduse erleidet selbst Veränderungen, indem in ihrem Schirme oberhalb der Radiärkanäle durch Einbuchtung des exoumbrellaren Ektodermes eine grosse, durch einen Porus zugängliche Höhle – Gashöhle entsteht, deren Innenwand Gas secerniert. So wird die „Schwimmblase — Pneumatophore“ genannte Stammmeduse zum hydrostatischen Organe gestempelt, um die ganze Kolonie im Wasser steigen, sinken, bezw. schweben zu lassen. Die Stammmeduse besitzt nur einen vergänglichen Tentakel.

In spiraliger Kurve knospen am Stamme:

a) Medusen, deren lokomotorische Organe entfaltet sind, während Tentakel, Magenrohr, Gonaden und Sinneskörper fehlen.

1. Schwimmglocken, hochgewölbte Medusenschirme mit Velum, starker Muskulatur, Radiär- und Ringkanälen.

2. Deckstücke, gallertige Schirmstücke mit Nährkanälen.

b) Medusen, welche Geschlechtszellen bilden.

3. Gonophoren, der Schirm besitzt ein Velum, einen Magenstiel, in dessen Wand die Gonaden reifen. Oft verwächst der Schirm zur ovalen Kapsel.

c) Medusen, deren Magenrohr und Tentakel erhalten sind, während der Schirm fehlt.

4. Magenschläuche, an der Basis derselben inseriert ein kontraktiler, mit Seitenzweigen besetzter Tentakel — Fangfaden, über dessen Oberfläche Haufen von Nesselzellen, sogenannte Nesselbatterien zerstreut sind.

5. Taster, Magenstiele ohne Mund, mit langen, dünnen, einfachen Tentakeln — Fühlfaden.

Die Magenschläuche sitzen stets unter den Deckstücken, die Gonophoren knospen an der Basis der Magenschläuche oder Taster.

I. Unterordnung. Siphonanthae.

Die Individuen der Kolonie sitzen an einem langen Stamme.

1. Familie: Calyconecta.

Die Pneumatophore wird eine Schwimmglocke mit Ölbehälter, aber späterhin abgeworfen. Ein oder mehr Schwimmglocken. Nur Magenschläuche, keine Deckstücke.

Diphyes Sieboldii (Köll.). *Mittelmeer.*

2. Familie: Physonectae.

Mit Pneumatophore und zahlreichen, in horizontalen Zeilen geordneten Glocken. Deckstücke fehlen.

Physophora hydrostatica (Forsk.). *Mittelmeer*, *atlantischer Ocean.*

3. Familie: Auronectae.

Grosse Pneumatophore. Kranz von Schwimmglocken. Stamm kurz dick, mit einem Netzwerk von Gastralkanälen.

Stephalia corona (Haeck.). *Nordatlantischer Ocean, Tiefseeform.*

4. Familie: Cystonectae.

Riesige Pneumatophore. Mit harter Wand und apikaler Öffnung. Ohne Schwimmglocken und Deckstücke.

Physalia caravella (Esch.). *Atlantischer Ocean*, *Mittelmeer.*

II. Unterordnung. Disconanthae.

Stammmeduse scheibenförmig, eine vielkammerige und viele Öffnungen besitzende Pneumatophore einschliessend. Die Medusen entknospen konzentrischen Zonen der Subumbrella. Der centrale Magenstiel erhalten. Zahlreiche Tentakel am Schirmrande. Schwimmglocken und Deckstücke fehlen. Die Gonophoren lösen sich als kleine Medusen los und werden dann geschlechtsreif.

Porpita mediterranea (Esch.). *Mittelmeer.*

II. Klasse. Scyphozoa.

Die stilistische Grundform dieser Gruppe ist die Scyphula und Scyphomeduse:

1. Die Scyphula, ein Polypenschlauch (Fig. 252), dessen Peristomscheibe ein cylindrisches Rohr — Mundrohr (*mr*) in die Gastralhöhle hineintreibt. Die Mundöffnung ist nicht rund, sondern ein sagittal gestellter Spalt. Vom Mauerblatte springen interradial gerichtete Scheidewände — Mesenterialsepten (*s*) in die Gastralhöhle und zerfällen deren peripheren Raum in mindestens 4 breite perradiale Gastralnischen, die die einfache axiale Höhle des Centralmagens umstehen. Da die oralen Kanten der Septen mit dem Mundrohre verschmelzen, werden die Gastralnischen im Niveau des Mundrohres geschlossene Kammern, welche sich in das Lumen der hohlen Tentakeln fortsetzen. An der freien Kante der Mesenterialsepten hängen gewundene Leisten, Fortsätze des Schlundrohres — Gastralfilamente (*f*). Die Muskelepithelzellen liegen im Entoderm. Das Mesoderm ist eine dicke zellenreiche Zwischenschicht. Entweder das Mesoderm bildet vereinzelte Kalkkörperchen oder das Ektoderm scheidet eine hornige oder kalkige Skelethülle ab.

2. Die Scyphomeduse — Lappenqualle (Fig. 253) entbehrt des Velum. Der Schirmrand ist in Lappen zerfällt, welche von subumbrellaren Muskeln wie Ruderplättchen bewegt werden. Die in den Lappenkerben stehenden 8 Tentakel sind selten gross (wie bei Hydromedusen), sondern ganz klein und tragen als sog. Sinneskolben — Rhopalien Sinnesorgane: Augenflecke, Riechgruben und statische Organe. Am Schirmrande liegt der einfache Nervenring mit 8 getrennten Ganglien. Zwischen den schmalen Kathammalplatten liegen 4 breite Perradialkanäle. Am Schirmrande werden sie durch den primären Ringkanal verbunden, welcher 8 oder 16 Randtaschen in die Randlappen sendet. An der Wand des Centralmagens sitzen sehr bewegliche Gastralfilamente in grösseren, Phacellen genannten Haufen. Der das ektodermale Mundrohr bergende Mundstiel ist meist in lange gekrauste Mundarme ausgezogen.

Die Vermehrung der Scyphopolypen erfolgt durch Längsteilung oder Knospung. Im letzteren Falle entstehen die Knospen als längere Hohlschläuche — Stolonen (Fig. 254), welche aus dem Mauer-

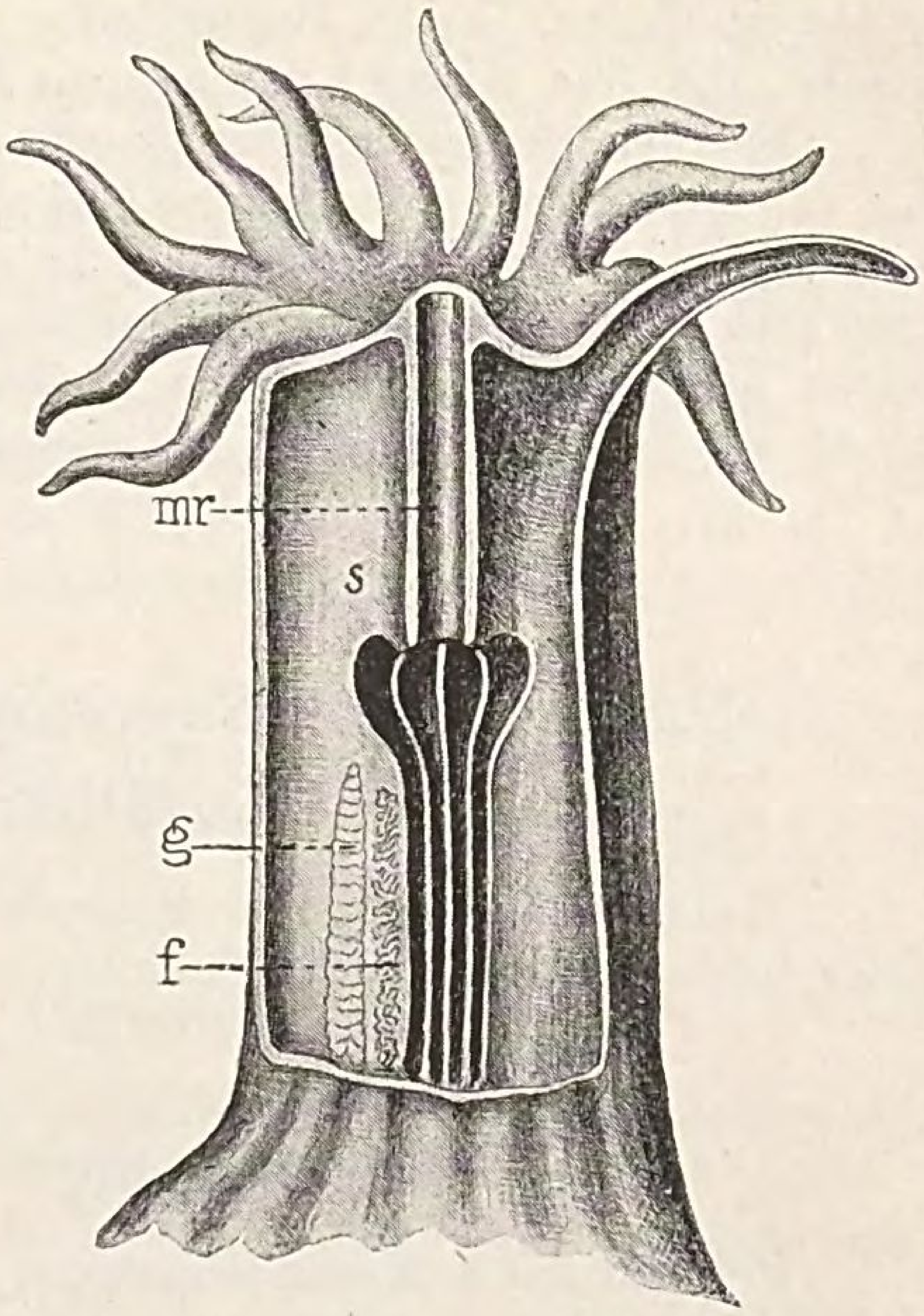


Fig. 252.
Schematische Darstellung einer Scyphula. Seitliche Körperwand und die halbe Wand eines Tentakels entfernt.
f Filamente, *g* Haufen der Geschlechtszellen im Mesenterialseptum, *mr* Mundrohr, *s* Mesenterialseptum.

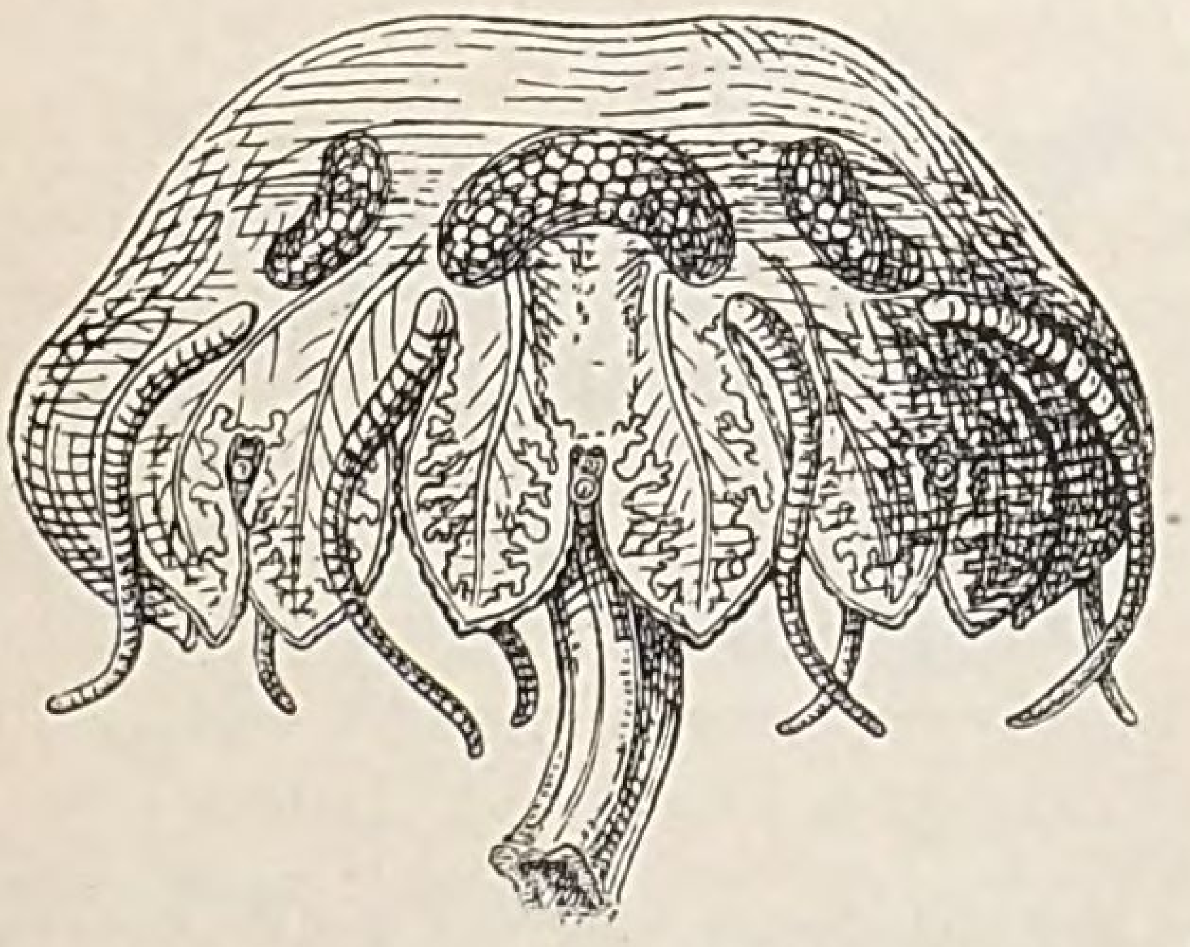


Fig. 253.
Eine Scyphomeduse, Linantha lunulata. Nach Häckel.

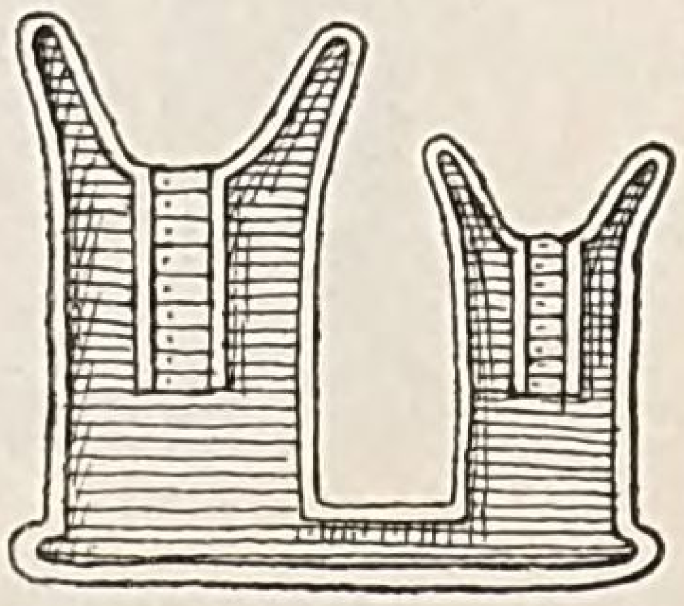


Fig. 254.
Schematische Darstellung der Knospung eines Polypen an dem basalen Stolo. Nach von Koch. Gastralhöhle schraffiert.

blatte nahe der Basis herauswachsen und erst in einiger Entfernung neue Polypen entstehen lassen.

Der genetische Zusammenhang zwischen Polypen und Medusen ist in dieser Gruppe weniger ausgeprägt und die Scyphulapolypen entwickeln meistens selbst im Entoderm die Geschlechtszellen, die sich in den Mesenterialsepten anhäufen, in die Gastralhöhle gelangen und durch den Mund entleert werden, um sich direkt zu neuen Polypen zu entwickeln.

Bei den Scyphomedusen entstehen die Geschlechtszellen im Entoderm der subumbrellaren Wand der Gastralhöhle, werden vom Mesoderm umhüllt — Fulcralkapsel, welche sich in die Gastralhöhle vorwölben. Sie werden ebenfalls durch die Darmhöhle entleert. Die Meduseneier entwickeln sich jedoch nicht direkt zu Medusen, sondern liefern erst eine festsitzende Polypenlarve, welche durch Querteilung mehrere Medusenindividuen erzeugt.

I. Unterklasse. Scyphopolypi sive Anthozoa — Korallenpolypen.

Medusen fehlen. Die Polypen vermehren sich durch Teilung oder Knospung und aus Geschlechtszellen.

I. Ordnung. Octocorallia.

Polypen mit 8 Mesenterialsepten und 8 gefiederten Tentakeln. Mund und Schlundrohr sind in einer (sagittalen) Ebene ausgezogen, in einer dazu senkrechten (transversalen) Ebene abgeplattet. Dadurch erhält der Polypenleib bilateral symmetrisches Gepräge. Auch die Septen sind radiär symmetrisch geordnet. An beiden Flächen jedes Septums laufen Muskelzüge, je eine dünne Zone an der transversalen Fläche und dicke Muskelwülste an der sagittalen Fläche. Die gegen die Sagittalebene selbst stehenden Septa tragen dorsal abgekehrte, ventral zugekehrte Muskelwülste.

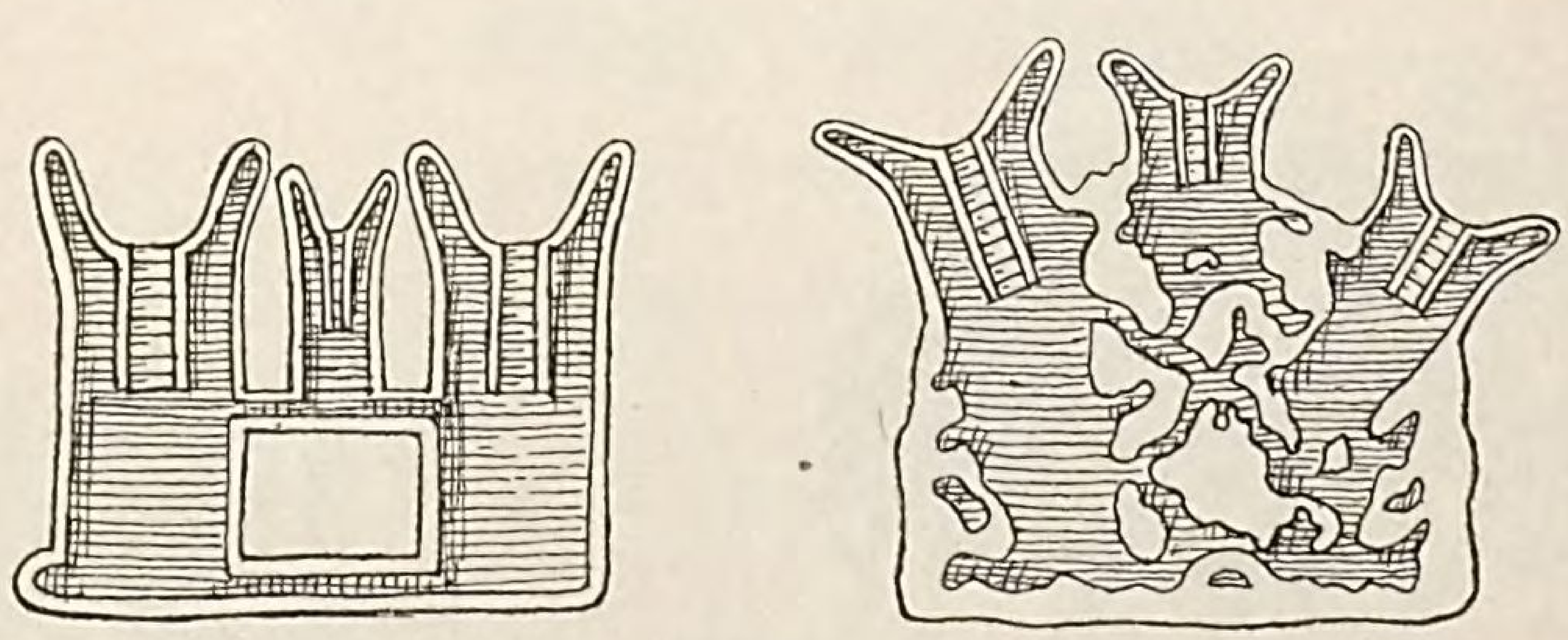


Fig. 255.
Schematische Darstellung der Knospung der Scyphopolypen, bei der zahlreiche Verbindungskanäle zwischen den Einzelpolypen gebildet werden.

Im Mesoderm des Mauerblattes, aber niemals der Mesenterialsepten, entstehen isolierte zierliche Kalkkörperchen — Sklerodermiten, oft sehr zahlreich und zu festen Wänden verkittet. Die Polypen leben deshalb nicht als Einzelindividuen, sondern in Kolonien, denn die zarten, in der Polypenwand liegenden Kalkröhrchen würden vom Wogenpralle zersplittert.

Meist entstehen Kolonien durch Knospung. Diese erfolgt nicht direkt am Körper des Polypen, sondern an cylindrischen, hohlen Ausstülpungen seiner Basis oder seines Mauerblattes, den Stolonen. Die Stolonen vermehren sich zwischen den Polypen einer Kolonie ungeheuer (Fig. 255) und bilden ein enges Netz- und Maschenwerk anastomosierender Kanäle, deren Mesoderm samt Kalkkörperchen reich entfaltet wird, so dass ihr Volumen das der Polypen weit übertrifft und eine mächtige, mehr oder minder verkalkte Masse — Coenenchym darstellt, in welches die Einzelpolypen eingebettet erscheinen. Das Coenenchym der Kolonie liegt selten flach dem Untergrunde an, meist erhebt es sich als cylindrischer oder baumartig verästelter Stamm. Demselben liefert auch das Ektoderm Stützgebilde von verkalkter Hornsubstanz, indem sich das Ektoderm einbuchtet und in der später abgeschlossenen Röhre eine Hornachse als centrale Stütze der Kolonie abscheidet.

Die Kolonien sind polymorph. Einzelne Polypen, nicht mehr typisch ausgebildet bleiben klein ohne Tentakel und Filamente, und besitzen nur 2 Septen — Zooide. Sie nehmen blos Wasser in die Gastralkanäle der Kolonie auf und strudeln es wieder aus.

1. Familie: Alcyonidae.

Der Coenenchymstamm ist meist lappig verzweigt ohne Achse und weich, da wenig Kalkkörperchen im Mesoderm gebildet werden.

Alcyonium palmatum (Pall.) — Lederkoralle. *Mittelmeer.*

2. Familie: Pennatulidae.

Der Coenenchymstamm lässt einen unteren, im Sande steckenden walzigen Abschnitt und einen oberen, oft federartig verzweigten Teil unterscheiden. Im Coenenchymstamme liegt eine hornige Achse. Kolonie polymorph. Lange Gastralhöhlen der Polypen.

Pennatula phosphorea (L.) — Seefeder. *Mittelmeer.*

3. Familie: Gorgonidae.

Der Coenenchymstamm ist strauchförmig verzweigt, die innere Hornachse direkt von einem Kalkmantel umgeben. Ausserdem verschmelzen die in den zwischen den Einzelpolypen liegenden Teilen des Coenenchymstammes entsteheenden mesodermalen Kalkkörperchen zu einer mehr oder minder festen Kalkhülle; niemals aber am Leibe der Einzelpolypen. Die Gastralhöhlen der Kolonieindividuen anastomosieren durch ein engmaschiges Stolonennetz in der Stammrinde. Keine Zooide.

Isis neapolitana (v. Koch). *Mittelmeer.*

Corallium rubrum (Lam.) — Edelkoralle. *Mittelmeer.* Stammachse ganz kalkig.

4. Familie: Tubiporidae — Orgelkorallen.

Kolonie rasenartig. Jeder Polyp verschmilzt die Kalkkörperchen zu einer ihn allein umhüllenden Kalkröhre. Diese werden durch quere Kalkplatten mit den Nachbarröhren vereint, um die Festigkeit der Kolonie zu steigern.

Tubipora purpurea (Dana). *Rotes Meer.*

5. Familie: Helioporidae.

Das Coenenchym bildet eine gemeinsame Masse, welche die lang gestreckten cylindrischen Kalkröhren der Einzelpolypen ganz umhüllt. Sowohl die Polypenröhren wie auch die Coenenchymkanäle werden mit dem Wachstum der Kolonie von vollständigen weit abstehenden Querböden durchsetzt. An der Innenwand des Polypenskeletrohres ziehen schwach vorspringende Längsleisten — Pseudosepta.

Heliopora coerulea (Blainv). *Indischer Ocean.*

Viele fossile Arten im Silur, Devon, Kreide.

II. Ordnung. Tetracorallia.

Fossil. Paläozoisch. Silur bis Kohlenkalk. Die Mesenterialsepten verkalken. Sie wurden immer in reicher Zahl gebildet und sind in 4 Gruppen angeordnet. Die Individuen waren nicht in Coenenchym eingebettet.

Cyathophyllum (Gf.). *Obersilur, Devon.*

Zaphrentis (Raf. et Clif). *Obersilur bis Carbon.*

Lithostrotion (Flem.). *Carbon.*

Calceota (Lmk.). *Devon.*

III. Ordnung. Hexacorallia.

Tentakel ungefiedert, 6 oder ein Multiplum von 6.

I. Unterordnung. Actiniaria — Seerosen.

Meist buntgefärbte Einzeltiere. Kalkskelet fehlt. Der zweistrahlig symmetrische Körper ist sehr kontraktil und kriecht mit der scharf abgesetzten muskulösen Fussscheibe. Die Körperwand ist muskulös. Der Mundspalt liegt in der Symmetrieebene (sagittal), das Schlundrohr ist transversal abgeplattet, also sagittal ausgezogen. Längs der einen Seite der Septen ziehen longitudinale Muskeln von der Fussscheibe empor, während transversale Fasern vom Mauerblatt zum Schlundrohr die andere Seite des Septums belegen. Die Septenpaare sind so gestellt, dass die gleichwertigen Seiten, d. h. die mit gleich gerichteten Muskelzügen einander zugekehrt sind (bei der grossen Mehrzahl die longitudinalen Seiten).

Die Septen sind symmetrisch geordnet, an den sagittalen Kanten des Mundrohres sitzt je ein Paar Richtungssepten, deren transversale Muskelfaserseiten einander zugekehrt sind, während bei den übrigen Septen die longitudinalen Muskelzüge einander ansehen. Der Grundtypus ist 8 Septen + 4, dadurch werden die 2 lateralen Septa zu Paaren mit zugewendeten Muskelfahnen ergänzt.

Die Geschlechtszellen liegen in der mesodermalen Stützlamelle der Septa und entsprossen dem Entoderme. Am freien Septenrande sitzen die Mesenterialfilamente, leistenartige mit Nesselzellen besetzte Ausläufer des Schlundrohrektoderms. Unterhalb derselben liegen Acontien, aufgeknäulte nesselkapselreiche Fäden, die bei Reizung des Tieres ausgeworfen werden.

Ein Ringmuskel am oberen Rande des Mauerblattes ermöglicht bei der Kontraktion das vollkommene Verschwinden der Mundscheibe samt Tentakeln.

1. Familie: Actinidae.

Actinia equina (L.) — Gemeine Seerose. *Europäische Meere.*

2. Familie: Cerianthidae.

Cerianthus solitarius (Andr.). *Mittelmeer.*

3. Familie: Zoanthidae.

Koloniebildend.

Palythoa arenacea (Hell.). *Mittelmeer, nordeuropäische Meere.*

II. Unterordnung. Antipatharia.

Polypen mit 6 oder 24 schlauchförmigen Tentakelstummeln. Koloniebildend. Das Coenenchym der Kolonie, welches keine Kalkkörper birgt, erhebt sich baumartig vom Untergrunde und ist nur gestützt durch ein horniges Achsenskelet.

Antipathes isidis plocamus — Unechte schwarze Koralle. *Rotes Meer.*

III. Unterordnung. Madreporaria.

Meist Kolonien bildende, stark verkalkende Korallen. Das einheitliche Polypenskelet (Fig. 256) wird vom Ektoderme abgeschieden und umgiebt nicht blos die Aussenwand des Polypen, sondern springt auch ins Innere, indem sich die Falten der Fussscheibe gegen die Gastralhöhle einschieben. Man unterscheidet daran:

a) An der Aussenfläche des Polypen das Aussenblatt (*a*).
b) Basal die Basalplatte (*b*).
c) Eine cylindrische Falte — Mauerblatt (*i*), welche die Gastralhöhle in einen centralen und peripheren Raum teilt.
d) Radial gerichtete Sternleisten, Septa (*r*), die zwischen den Mesenterialsepten stehen.
e) Ein centraler Zapfen — Columella.

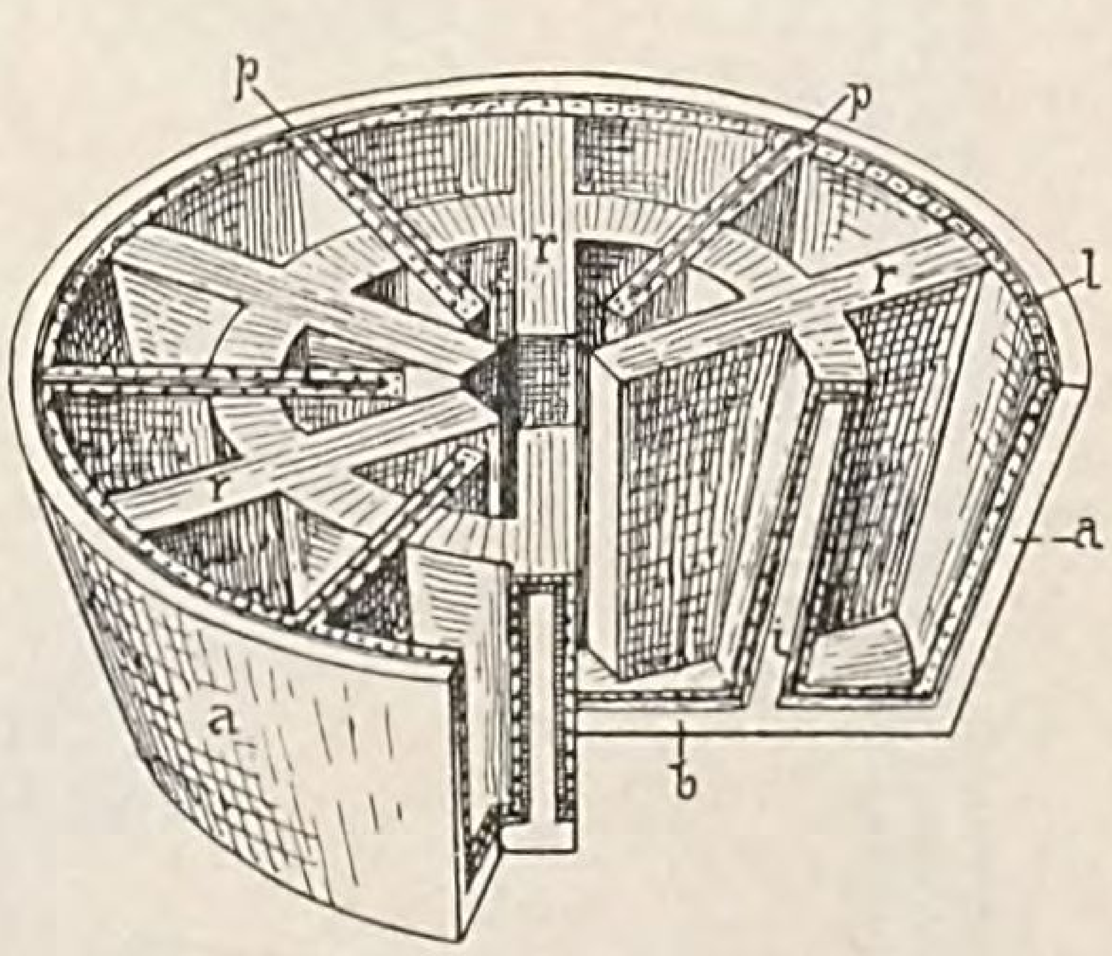


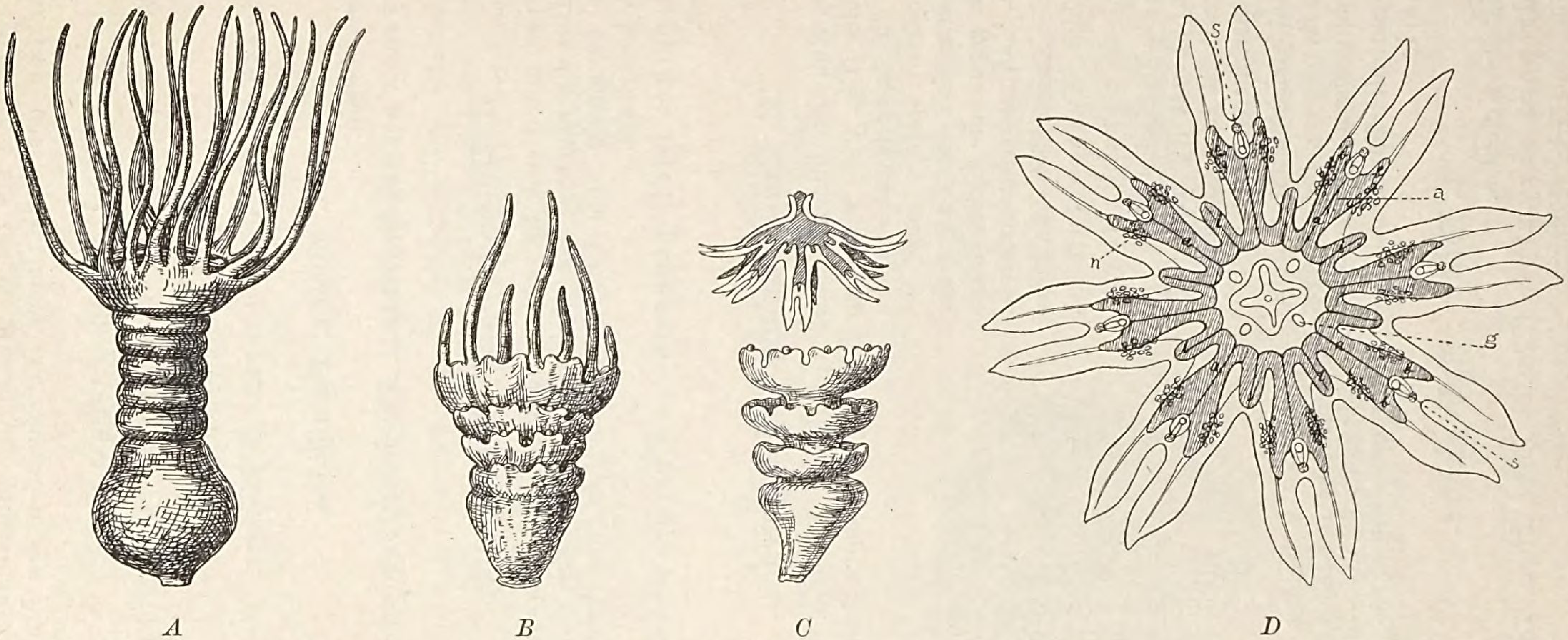
Fig. 256.
Schematische Darstellung des Kalkskeletes einer Madreporarie. Nach von Koch.
a Aussenplatte, *b* Basalplatte, *i* Mauerblatt, *l* Leibeswand des Polypen, *p* Mesenterialsepten, *r* Sternleisten.

1. Familie: Madreporidae.

Verästelte Kolonien.

Madrepora corymbosa (Lam.). *Rotes Meer, Indischer Ocean.*

Porites solida (Forsk.). *Rotes Meer.*



A *B* *C* *D*

Fig. 257.

Vier Stadien der Entwickelung einer Scyphomeduse. Nach Claus.

A Ein Scyphostomapolyp in Strobilation, mit sechs Schnürringen. *B* Ein Scyphostomapolyp in Strobilation. Der Tentakelkranz beginnt sich rückzubilden. *C* Ein Scyphostomapolyp in Strobilation, der eben die oberste Scheibe seines Körpers als Medusenlarve — Ephyra abgestossen hat. *D* Freischwimmende Ephyra von der aboralen Fläche gesehen. Darm schraffiert. *a* Radialtaschen I. Ordnung, *b* Radialtaschen II. Ordnung, *g* Ansatz der Gastralfilamente, *i* Intermediärtaschen, *n* Nesselwülste, *s* Sinnestentakeln.

2. Familie: Eupsammidae.

Astroides calicularis (M. Edw.). *Mittelmeer.*

3. Familie: Fungidae.

Fungia patella (Lam.). *Rotes Meer*, *Indischer Ocean.* Grosse Einzelpolypen mit sehr vielen Septen.

4. Familie: Astraeidae.

Massive Kolonien.

Astraea radians (Ok.). *Indischer Ocean.*

Maeandrina sinuosissima (M. Edw. et H.). Die Einzeltiere teilen sich unvollkommen, dadurch entstehen mäandrische Kolonien.

Montlivaultia (Lmk.). *Jura.*

Heliastraea (E. H.). *Jura bis Jetztzeit.*

5. Familie: Oculinidae.

Baumförmige Kolonien.

Amphihelia oculata (M. Edw.). — Weisse Koralle. *Mittelmeer.*

6. Familie: Astrangidae.

Kolonien rasenförmig.

Cladocora cespitosa (M. Edw. et H.). *Mittelmeer.*

Familie: Turbinolidae.

Einzelpolypen.

Caryophylla cyathus (Lamour.). *Mittelmeer.*

II. Unterklasse. Scyphomedusae.

Ansehnlich grosse Medusen, bei denen die Polypenform nur als vorübergehendes Entwickelungsstadium auftritt. Über 200 Arten.

1. Gruppe.

Flache Schirme. Achtzähliger Typus. Die vier Perradialtaschen der Gastralhöhle rudimentär. Die Randtaschen sind zahlreich und voluminös. Haufen der Geschlechtszellen am Centralmagen.

I. Ordnung. Discomedusae.

Der Schirmrand trägt 16 und mehr Lappen; 8 und mehr Sinneskolben. Der Magen mit 8, 16, 32 und mehr Magentaschen, welche Fortsätze in die Randlappen schicken. Dem Eie entkeimt ein 16armiger Polyp — Scypho-

stoma (Fig. 257) mit Schlundrohr und 4 Mesenterialsepten, dessen Mundscheibe an 4 den Septen entsprechenden Stellen trichterartig eingezogen ist. Er zerfällt durch mehrfache Querteilung — Strobilation in flache achtlappige Scheiben, die sich loslösen als Medusenlarve — Ephyra, und sich in die geschlechtsreife Scyphomeduse umbilden.

I. Unterordnung. Cannostomae.

Mundrohr einfach, Mund quadratisch. Solide kurze Tentakel.

Nausithoë punctata (Köll.). *Mittelmeer.*

Linantha lunulata (Haeck.). *Pacifischer Ocean.* (Fig. 253).

II. Unterordnung. Semostomae.

Vier Ecken des Mundrohres in lange flatternde Lappen ausgezogen.

Aurelia aurita (Lam.). — Ohrenqualle. *Europäische Meere.*

Pelagia noctiluca (Pér. et Les.). *Mittelmeer.* Entwickelung ohne Scyphostoma.

III. Unterordnung. Rhizostomae.

Acht lange Mundlappen mit zahlreichen Saugmündchen. Die Mundöffnung selbst verwächst. Tentakeln fehlen.

Rhizostoma Cuvieri (Pér. et Les.) *Atlantische Küsten.*

2. Gruppe.

Hochgewölbte Schirme. Vierzähliger Typus. Haufen der Geschlechtszellen an den Radialtaschen der Gastralhöhle.

II. Ordnung. Cubomedusae — Würfelquallen.

Der vierseitige Schirm trägt eine dünne Randmembran und 4 interradiale Tentakeln. Die interradialen Septa der Magentaschen verwachsen zu langen Leisten, 8 blattförmige Haufen von Geschlechtszellen springen in die Höhle der Magentaschen vor. 4 perradiale Tentakel — Sinneskolben sind kurz und tragen Sinnesorgane.

Charybdea marsupialis (Pér. et Less.). *Mittelmeer.*

III. Ordnung. Peromedusae — Taschenquallen.

Eine Kranzfurche schnürt den Schirm ein. 4 oder 12 Tentakeln, 8 oder 16 Randlappen. Die interradialen Septa der Magentaschen erscheinen als 4 kleine Verwachsungsknoten. Die Magentaschen bilden einen mächtigen

Ringsinus. 8 krausenförmige Geschlechtszellenhaufen liegen in der subumbrellaren Wand des Ringsinus. 4 interradiale Sinneskolben. 4 perradiale Tentakeln.

Periphylla hyacinthina (STEENSTR.) *Nordatlantischer Ocean.*

IV. Ordnung. Stauromedusae — Becherquallen.

Glocke mit Scheitelaufsatz, die vier weiten perradialen Magentaschen sind durch schmale Verwachsungsleisten geschieden und kommunizieren am Schirmrande durch den Ringkanal. 4 hufeisenförmige Haufen von Geschlechtszellen. Ohne Sinneskolben. Einfache Tentakeln.

Lucernaria Leuckarti (TASCH.). *Bei Helgoland.* Sitzt mit dem Scheitelaufsatz fest.

Tesserantha connectens (HAECK.). *Pacifischer Ocean.* Schwimmend.

III. Klasse. Ctenophora — Rippenquallen.

Im sphärischen Körper der Rippenquallen bildet das Mesoderm mächtige gallertig-durchsichtige Schichten und schiebt das Ektoderm und Entoderm weit auseinander. Die Gastralhöhle ist nicht weit, wie bei den bisher betrachteten Polypen, sondern in ein System enger, mit einander kommunizierender Kanäle verwandelt, welche die Körpermasse durchziehen. Die Regionen des Körpers lassen eine streng gesetzmässige Beziehung zur Hauptachse und zwei meridionalen, auf einander senkrechten Hauptebenen erkennen, die als Magenebene und Trichterebene unterschieden werden. Am dorsalen Pole der Hauptachse — Sinnespol (*s*), liegt das Nervensystem, am oralen Pole — Mundpol die Mundöffnung (*o*). Die Gastralhöhle öffnet sich nicht direkt am Munde, sondern (wie bei den Scyphozoen) durch Vermittelung eines ektodermalen Mundrohres (hier Magen genannt), welches jedoch nur an die Wand der Gastralhöhle stösst, sonst ganz im

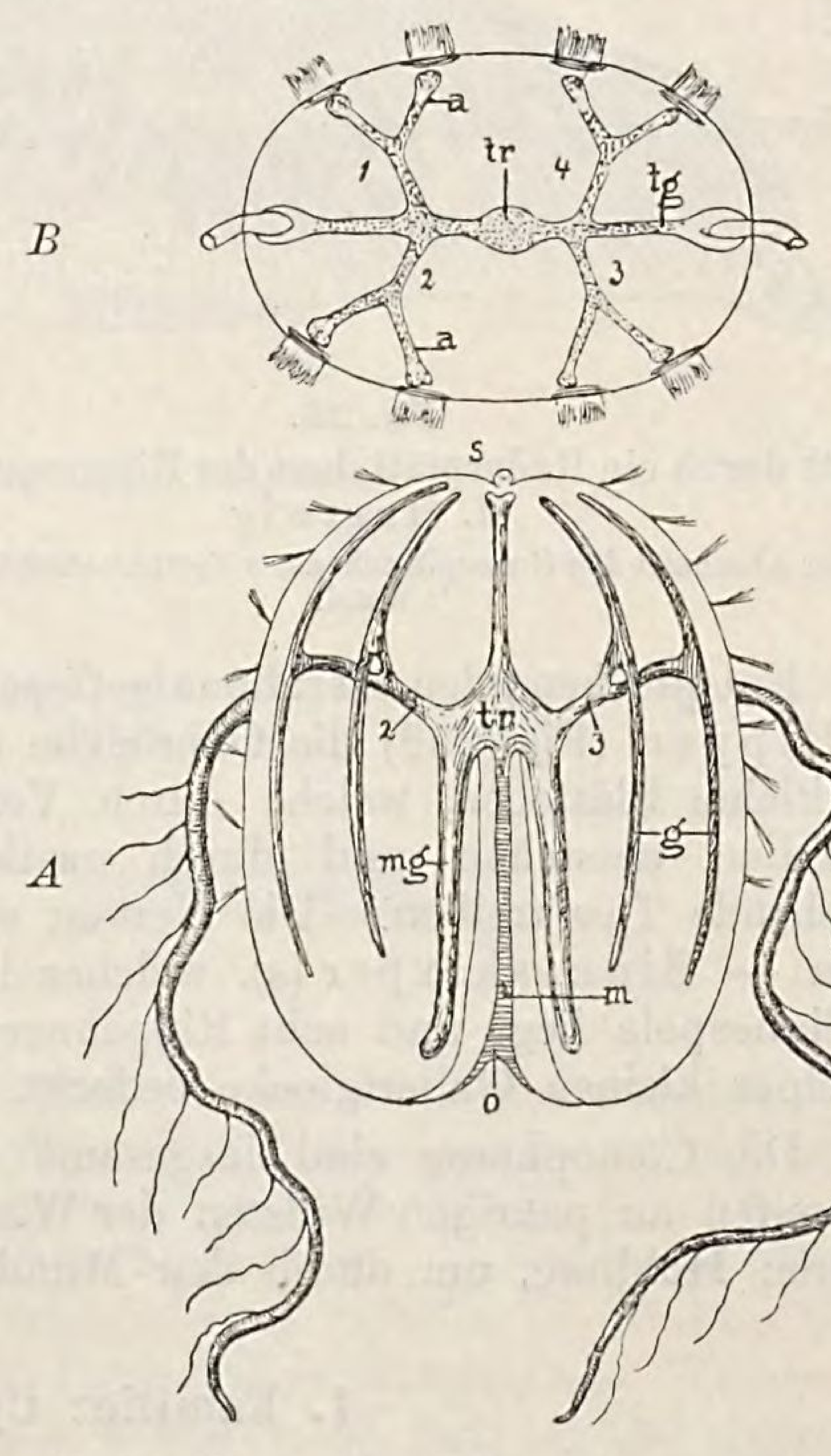


Fig. 258.
Schematische Darstellung des Baues einer Rippenqualle.

A Seitenansicht. *B* Ansicht vom oberen Pole. *a* Adradiale Gefässe, *g* Meridionalgefäss, *m* Magen, *mg* Magengefäss, *o* Mund, *s* Sinnespol, *t* Tentakel, *tg* Tentakelgefäss, *tr* Trichter, *1, 2, 3, 4* interradiale Gefässe.

Mesoderme des Körpers eingebettet ist, weil der Urdarm nicht weit ist. Das Mundrohr ist in der Magenebene komprimiert und erscheint als ein platter Sack — Magensack (*m*), an dessen dorsaler Kante der centrale Abschnitt des Urdarmes ansitzt. Derselbe — Trichter (*tr*) ist in der Trichterebene komprimiert, steht also quer zum platten Magensack. Der Trichter giebt entodermale Gefässe in folgender Weise ab (Fig. 258 *B*). Rechtwinkelig zur Breitseite des Magens ziehen zwei Hauptstämme, welche sich in vier interradiale Gastralkanäle (*1*, *2*, *3*, *4*) und diese wieder in acht adradiale Stämme (*a*) teilen. Letztere ziehen als sog. Meridionalgefässe (*g*) in gleich grossem Abstande längs meridionaler Kurven nahe der Oberfläche des sphärischen Körpers. Ausserdem laufen noch zwei grosse Magengefässe (*mg*) rechtwinkelig zur Breitseite des Magens, also in der Trichterebene gegen den Mundpol und parallel mit den Magengefässen ziehen zwei Tentakelgefässe (*tg*) zu den paarigen senkrecht zur Breitseite des Magens gestellten Tentakeln. Endlich verlängert sich der Trichter als achsiales Trichtergefäss gegen den Sinnespol, wo es sich in Äste gabelt, deren jeder zwei oberflächlich liegende Ampullensäcke trägt. Zwei diagonal gestellte Ampullen sind blind geschlossen, die beiden anderen münden nach aussen.

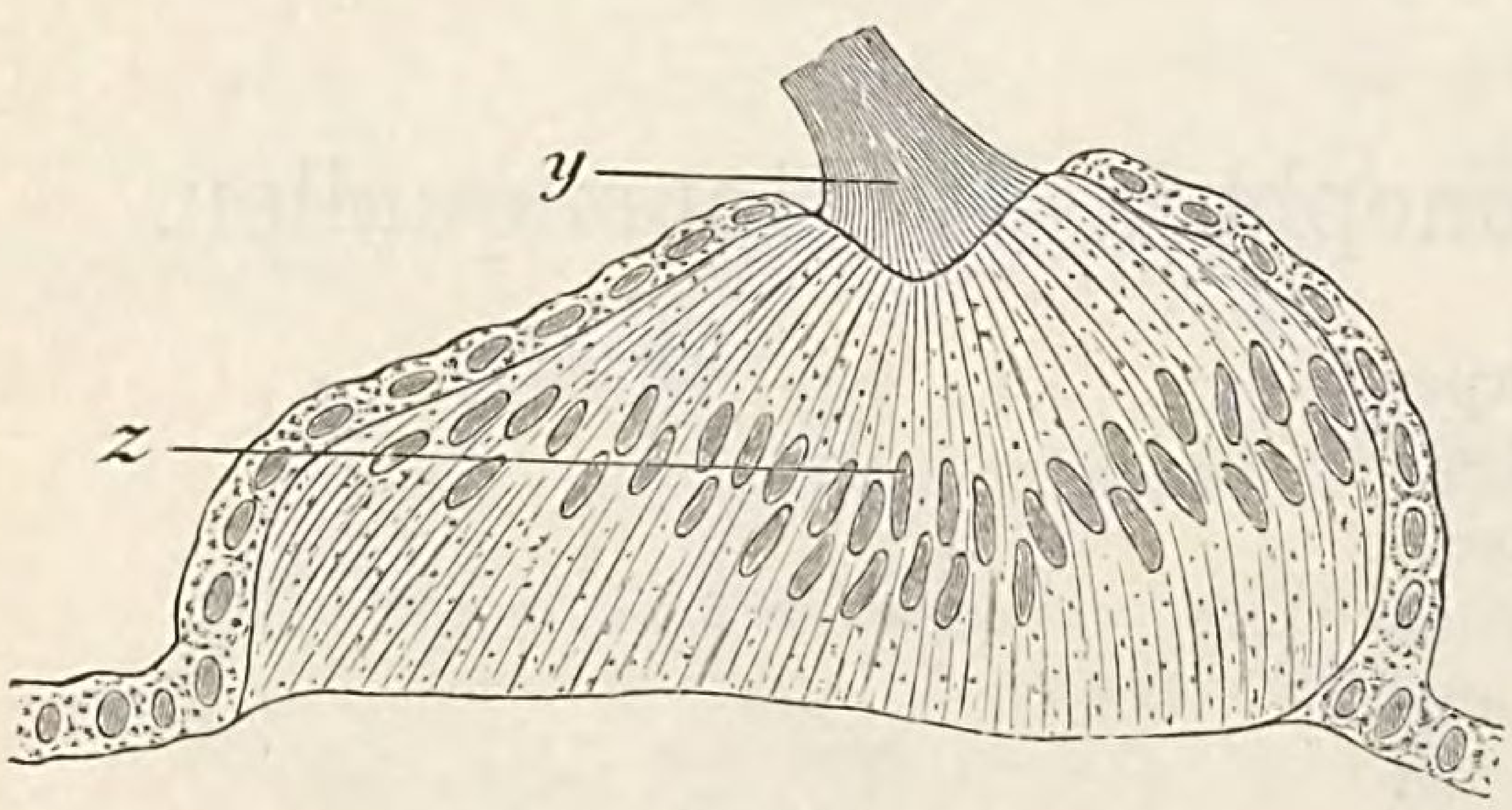


Fig. 259.
Schnitt durch ein Ruderplättchen der Rippenqualle. Nach R. Hertwig.
y basaler Abschnitt des Ruderplättchens, *z* Epithelschichte der Körperwand.

An der Seitenwand des Körpers nahe dem Äquator wurzeln zwei muskulöse, mit Greifzellen besetzte Tentakel (*t*). Sie hängen nur in der Jugend frei, später werden sie in eine Tasche zurückgezogen.

Entsprechend den Meridionalgefässen umspannen acht meridionale Reihen von Rippen (Fig. 259) die Oberfläche des eiförmigen Körpers. Die Rippen sind kleine Plättchen, welche durch Verschmelzung vieler Cilien der Ektodermzellen entstehen und durch rastlosen Ruderschlag das im Wasser schwebende Tier treiben. Die Nerven sind konzentrirt in ein kegelförmiges Organ — Sinneskörper (*s*), welcher in der Gabelung des Trichtergefässes am Sinnespole liegt und acht Rippennerven aussendet. Der Sinneskörper ist von einer kleinen Gallertglocke bedeckt.

Die Ctenophoren sind insgesamt Hermaphroditen. Spermazellen und Eier reifen an paarigen Wülsten der Wand der Meridionalgefässe und fallen in deren Höhlung, um durch den Mund ausgestossen zu werden. 45 Arten.

1. Familie: Cydippidae.

Körper kugelig oder cylindrisch. Die zwei langen Tentakeln sind in einer Scheide geborgen. Die peripheren Meridional- und Magengefässe enden blind an beiden Polen. Der Körper mancher Arten ist oft in der Magenebene komprimiert.

Hormiphora plumosa (Ggbr.). *Golf von Neapel.*

2. Familie: Lobatae.

Der Körper ist in der Trichterebene abgeplattet. Die Tentakeln ohne Scheide. Zahlreiche Seitententakeln. Am Munde zwei grosse muskulöse Mundlappen. Die subtentakulären Rippen sind kürzer, an ihren oralen Enden sitzen 4 flügelförmige Fortsätze — Aurikel, die mit dicht gedrängten Rippen garniert sind. Vom Mundrand zieht eine tiefe Rinne zu den Mundlappen. Die Meridionalgefässe kommunizieren durch Magengefässschenkel. und bilden auf den Lappen arabeskenähnliche Windungen.

Eucharis multicornis (ESCHSCH.). *Mittelmeer.*

3. Familie: Cestidae.

Körper in der Trichterebene abgeplattet, in der Magenebene bandförmig ausgezogen. Mundrinne lang. Tentakelscheide kurz. Zahlreiche Senkfäden in der Tentakelrinne. Sehr lange subventrale Rippen. Meridionalgefässe kommunizieren durch Magengefässschenkel.

Cestus Veneris (LES.) — Venusgürtel. *Mittelmeer*, *Atlantischer*, *stiller Ocean.*

4. Familie: Beroidae.

Körper kegelförmig, in der Trichterebene komprimiert, in der Hauptachse gestreckt. Tentakeln fehlen. Mund weit, Magen geräumig. Am Mundrand zahlreiche Tastborsten. Rippen reichen nicht bis zum Mundrand. Trichtergefäss fehlt. Die Gefässe anastomosieren am Mundrande in reichlichen Zweiggeflechten.

Beroë ovata (DELL. CHIAJ.) *Mittelmeer.*

XV. Typus.

Spongia — Schwämme.

Die Körperform aller Schwämme lässt sich auf einen hohlen dreischichtigen Sack (Fig. 260) beziehen, welcher mit einem Pole festgewachsen ist und an dem der Anheftungsstelle gegenüber liegenden Pole eine Öffnung — Osculum besitzt. Dieselbe führt in einen weiten Hohlraum — sogenannte Magenhöhle. Die Körperwand ist von vielen kleinen Spalten — Poren durchlocht. Das durch die Poren in die Magenhöhle eindringende Wasser wird am Osculum wieder ausgestossen. Die Körperwand baut sich im einfachsten Falle aus drei Zellschichten, dem flachem Ektodermepithel, dem wimpernden Entodermepithel und dem Mesoderme auf. Aber das Mesoderm entfaltet sich bei den meisten Schwämmen als eine sehr mächtige Schicht von gallertiger Bindesubstanz. Dann erscheinen die Poren nicht mehr als einfache Spalten, sondern als längere, reich verzweigte und anastomosierende, die Leibeswand

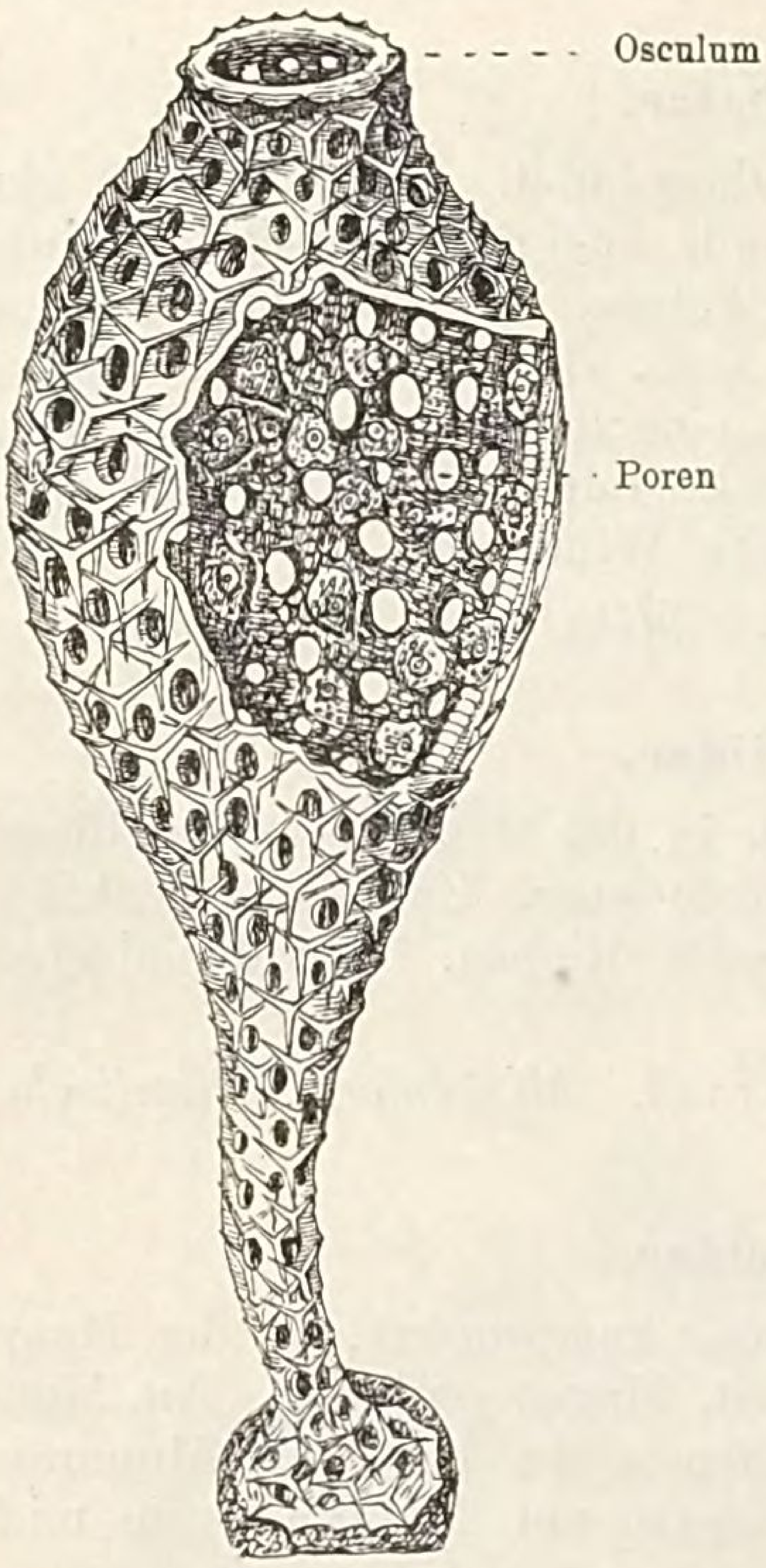


Fig. 260.
Ein Kalkschwamm, Olynthus primordialis. Nach Häckel.



Fig. 262.
Entodermale Kragenzelle einer Spongie. Nach Bergh.

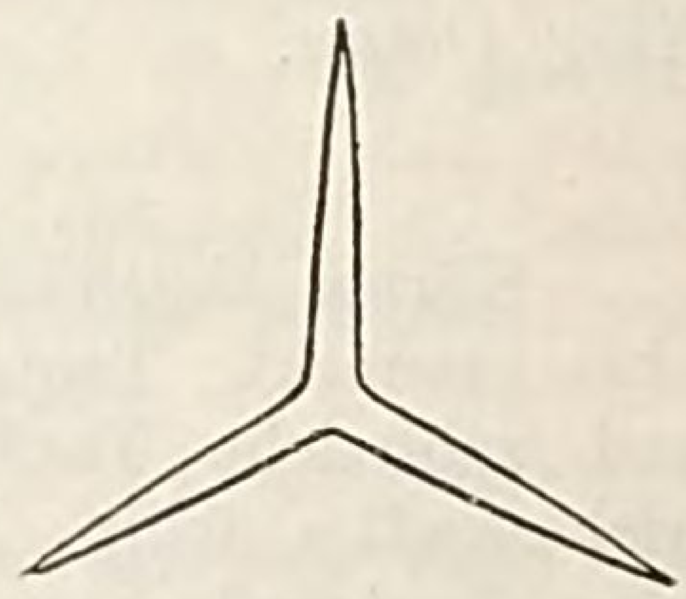


Fig. 263.
Dreistrahlige Kalknadel eines Kalkschwammes. Nach Hatschek.

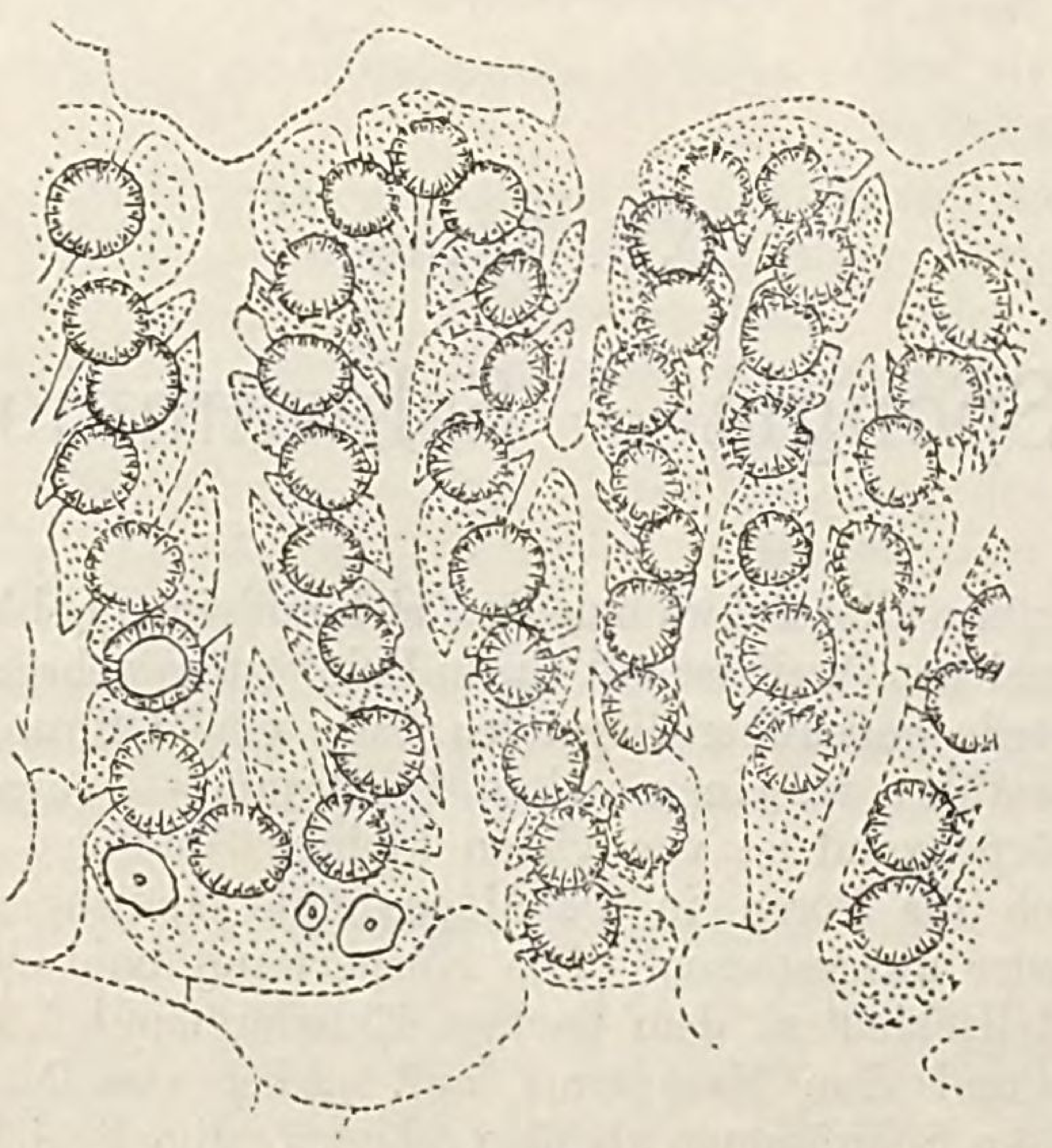


Fig. 261.
Schnitt durch die Körperwand eines Gallertschwammes, Halisarca lobularis. Nach F. E. Schulze.

durchsetzende Kanäle (Fig. 261). Blasige Erweiterungen derselben — Geisselkammern, deren Epithel aus Kragen tragenden Geisselzellen (Fig. 262) besteht, regen den Wasserstrom gegen die Magenhöhle an. Im Mesoderme entstehen stets Stützgebilde: als Fasern von Hornsubstanz, als kalkige (Fig. 263) oder kieselige Nadeln von sehr zierlicher Gestalt.

Einzelne Mesodermzellen der Körperwand differenzieren sich als Geschlechtszellen. Nach der Befruchtung entwickeln sich daraus kleine freischwimmende Wimperlarven, die sich bald festsetzen und durch fortgesetzte Knospung grosse, zusammenhängend verästelte Schwammkolonien erzeugen. 800 fossile, 600 lebende Arten.

I. Ordnung. Calcispongia.

Skelet von Kalknadeln (Fig. 260, 263), oft über die äussere Körperwand hervorragend.

1. Familie: Ascones.

Körperwand dünn, mit einfachen Poren. Kalknadeln regelmässig geordnet.

Ascetta primordialis (Haeck.). *An den Küsten aller Weltteile.*

2. Familie: Sycones.

Körperwand dick, von geraden radiären Porenkanälen durchsetzt.

Sycandra raphanus (Haeck.). *Mittelmeer.*

3. Familie: Leucones.

Körperwand dick mit verzweigten Porenkanälen.

Leucandra aspera (Haeck.). *Mittelmeer.*

4. Familie: Pharetrones.

Ästige unregelmässige Porenkanäle. Kalknadeln in anastomosierenden Faserzügen geordnet. Fossil.

Peronidella (Zitt.). *Trias, Jura, Kreide.*

II. Ordnung. Hexactinellidae — Glasschwämme.

Skelet von Kieselnadeln sechsstrahliger Form. Cylindrische Geisselkammern.

Euplectella aspergillum (Ow.). — Giesskannenschwamm *An den Philippinen.*

Ventriculites (Mant.). *Kreide.*

III. Ordnung. Lithistidae — Steinschwämme.

Massive Kieselschwämme. Kieselnadeln innig durchflochten. *Mesozoische Zeit.*

Cnemidastrum (Zitt.). *Jura.*

IV. Ordnung. Tetractinellidae — Rindenschwämme.

Skelet von vierstrahligen oder ankerförmigen Kieselkörpern.

Tethya lyncurium (LIEB.). *Mittelmeer.*

V. Ordnung. Monactinellidae.

Skelet aus Hornfasern mit einachsigen oder kugeligen Kieselkörpern.

Suberites domuncula (NARDO). *Mittelmeer, Nordsee.* Auf den vom Einsiedlerkrebs bewohnten Schneckenschalen.

Spongilla fluviatilis (L.) — Der einzige Süsswasserschwamm. Im Herbste lösen sich Zellgruppen des Schwammes ab, umgeben sich (wie die Statoblasten der Bryozoen) mit einer festen Kieselschale und dauern als sogenannte Gemmulae bis zum Frühjahre, wo sie zu einem neuen Schwammkörper auswachsen.

VI. Ordnung. Ceraospongia — Hornschwämme.

Skelet aus verästelten und anastomosierenden Hornfasern.

Euspongia officinalis (L.). Badeschwamm. *Mittelmeer.*

VII. Ordnung. Myxospongia — Gallertschwämme.

Ohne Skelet.

Halisarca lobularis (O. SCHM.). *Mittelmeer.* (Fig. 261).

XVI. Typus.

Protozoa — Urtiere.

Der Leib der Urtiere ist so klein, dass er in die Grenzen der im Zellgewebe herrschenden Dimensionen fällt und deshalb selbst nicht in kleinere, der histologischen Gliederung der übrigen Tiertypen vergleichbare Raumteilchen zerlegt ist. Er stellt eine gewisse Menge lebender plasmatischer Substanz — Sarkode dar und besitzt keine eigentlichen, d. h. aus Zellen und Geweben aufgebauten Organe. Aber die selbständige Lebensführung der kleinen Urtiere wird durch Differenzierungen der verschiedensten Art möglich gemacht, welche am Sarkodeleibe auftreten und den Organen anderer Tiere wenigstens durch ihre funktionelle Bedeutung ver-

gleichbar sind. Die vielgestaltige Natur schafft auf diese Weise eine unerschöpfliche Formenfülle kleiner, dem blossen Auge meist unsichtbarer Lebewesen, die hauptsächlich das Wasser bewohnen, weil ihr zarter Körper dem schroffen Wechsel der Lebensbedingungen auf dem Lande nicht gewachsen ist.

Der Plasmaleib der Protozoen ist niemals homogen. Wie in der ganzen Tierwelt, so tritt die lebende Substanz auch hier als Wabenwerk ungleich dichten Materiales auf, dessen dichtere plasmatische Substanz — Spongioplasma als wirr gezweigte Balkenzüge das flüssigere Plasma — Chylema umschliesst. Grössere Ansammlungen des Chylemas an irgend einer Stelle des spongiösen Körpers werden als Vakuolen bezeichnet. Häufig sind zwei Körperzonen unterscheidbar: die mehr hyaline, homogene Rindenschichte — Ektoplasma und die körnige Markschichte — Entoplasma.

Das Plasmagerüste ist nicht starr, sondern in ständiger Umlagerung begriffen, indem spongioplasmatische Balken an dieser Stelle verdünnt und eingeschmolzen, an jener Stelle verdickt und zugelagert werden, wodurch das Chylema in Flutung gerät. Die beständige Umlagerung der morphologisch erkennbaren Bestandteile, welche der Umsetzung ihrer chemischen Grundstoffe entspricht, fällt dem beobachtenden Auge als eine Strömung auf, welche im Protozoenkörper cirkuliert.

Vielen Arten nützt diese Lebenserscheinung ihrer Leibessubstanz für die Ortsbewegung — Amöboide Bewegung, indem das Urtier auf der Unterlage dahin fliesst genau so, wie der Wassertropfen an einer schräg geneigten Fläche herabrieselt und während der Verschiebung fortwährend seinen lappigen oder gefranzten Umrisssaum ändert. Beim lebenden Tiere freilich treten die kleinen Buckel des Randsaumes als aktive Verdickungen der Rindenschichte auf. Sie verlängern sich, wenn der Plasmastrom gegen sie gerichtet ist; im anderen Falle werden sie kürzer und schwinden. Sie bleiben teils rund, plump (Fig. 264), teils ziehen sie sich in dünne konische oder verzweigte Fortsätze (Fig. 267, *a*) aus, welche nach beliebigen Richtungen strahlen und leicht vergänglichen Scheinfüsschen — Pseudopodien gleichen.

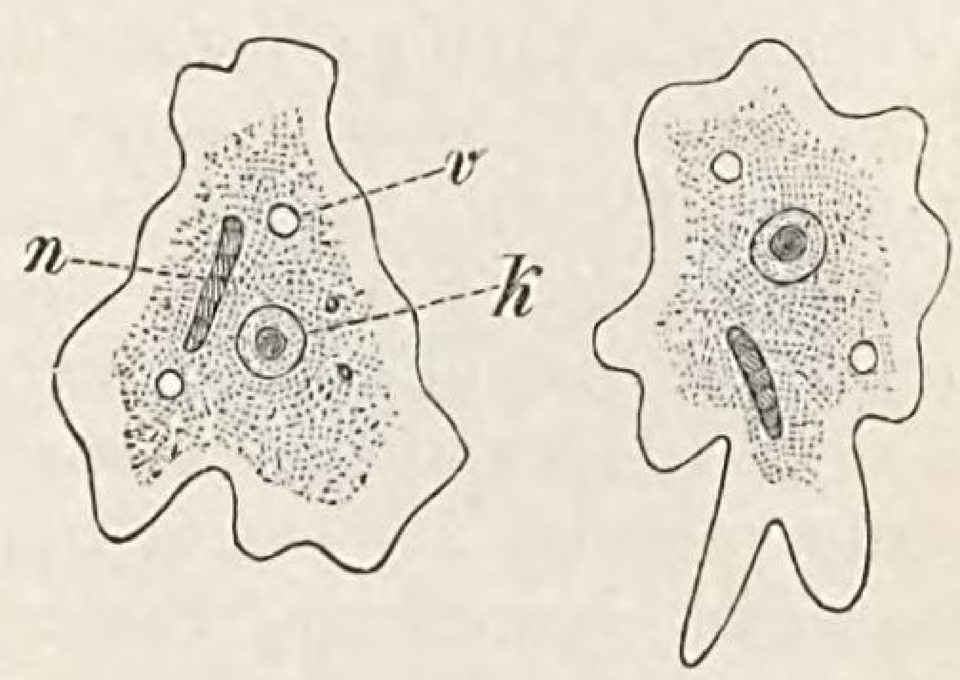


Fig. 264.
Eine kriechende Amöbe in zwei an einander folgenden Momenten der Bewegung. Nach Boas.
k Kern, *n* Nahrungsbrocken im Plasma, *v* Vakuole.

Andere Arten jedoch bewegen sich mit Hilfe dünner unveränderlicher Haare — Flimmerhaare, Cilien (Fig. 273) (wenn sie in grosser Zahl die Oberfläche besetzen) oder Geisseln (Fig. 270) (wenn nur ein oder zwei lange Haare gebildet sind), da die periphere Rindenschichte ihres Körpers von einem festen, wenn gleich ausserordentlich dünnen Häutchen — Cuticula umhüllt ist und die Bildung von Pseudopodien nicht gestattet.

Das Plasma differenziert auch feine Fäden — Myonema, die aus lauter kleinen Körnchen gereiht sind und sich wie die Muskelfasern der anderen Tiergruppen energisch kontrahieren können.

Feste Nahrung wird von einfachen Protozoen an beliebigen Stellen in den Körper einbezogen, dadurch dass die Pseudopodien sie umfliessen und allmählich in chylematische Hohlräume — Nahrungsvakuolen der Leibessubstanz verlagern, bei höheren Formen an bestimmten als Zellmund, Cytostom bezeichneten Stellen. Dem Körper einverleibt rotieren die

Nahrungsstoffe mit dem Plasma. Endlich werden die unverdaulichen Teile wieder ausgestossen an wechselnder oder bestimmter Stelle — Zellenafter, Cytopyge. Die leicht zu beobachtende Nahrungsauswahl deutet auf Geschmacksvermögen der Tiere.

Neben den einfachen und den Nahrungsvakuolen kommen kontraktile Vakuolen vor, rundliche, nicht mit einer besonderen Wand umkleidete Plasmahöhlen, die rhythmisch schwinden und wieder auftreten. Sie werden oft durch den Plasmastrom verschoben, oft behaupten sie unverrückbar ihre Stellung in einer bestimmten Körperzone. Ihre Bedeutung ist nicht klar, vielleicht regen sie durch den Kontraktionsstoss Wellen des Chylemas an und sind dem Herzen anderer Tiere vergleichbar, vielleicht entleeren sie ihre Flüssigkeit nach aussen und stehen exkretorischer Funktion vor. Sie fehlen den Meeresbewohnern häufig.

In den Nahrungsvakuolen des Entoplasmas entstehen kleine, stark lichtbrechende Exkretkörnchen von orthophosphorsaurem Kalke, sammeln sich in der Nähe der kontraktilen Vakuolen, zerbröckeln dort und werden vermutlich gelöst und nach aussen entleert.

Dem Wabenwerke des Plasmas sind immer zwei Kerne eingebettet: der grosse Hauptkern und der kleine Nebenkern (Fig. 275) (doch kommen auch viele Kerne in einem Tiere vor) und spielen eine wichtige Rolle bei der ungeschlechtlichen Vermehrung, die als Teilung oder Knospung erfolgt. Vielfach geht derselben die vollständige Verschmelzung — Kopulation oder eine zeitweilige Verbindung — Konjugation zweier Individuen voraus. Die Tiere teilen sich dann in 2 neue Tiere oder in eine sehr grosse Zahl von Teilstücken, welche je zu einem Individuum auswachsen. So einfach die Bezeichnung: Teilung auch klingen mag, der Vorgang selbst ist ausserordentlich kompliziert! (Vergl. pag. 351.)

Viele Protozoen besitzen ein Skelet aus Kalk (Fig. 267) oder Kieselsäure, welches als gitterförmige Hartablagerung im Plasmaleibe entsteht und äusserlich immer vom Protoplasma überzogen ist. Seine gitterförmige Struktur ist durch die Pseudopodien der Körperfläche bedingt, weil sich nur in den Zwischenräumen zwischen deren Wurzeln Hartgebilde festsetzen können. Stehen die Pseudopodien eng oder entspringen sie mit breiter Basis am Plasmaleib, so ist die Schale zierlich gitterförmig; sind sie hingegen weit gestellt und zart, so erscheint das Skelet als kompakte, siebförmig durchlochte Schale.

Wenn die Lebensbedingungen ungünstig werden, d. h. das Wasser ihrer Wohnstätte austrocknet oder durch Fäulnis verdirbt, fallen die Protozoen in Schlaf und verkapseln sich. Indem sie zuerst Nahrungsballen, Exkretkörnchen und Wasser ausstossen, verdichtet sich ihre Körpermasse und nimmt geringeres Volumen ein. Dann scheiden sie sich durch eine oberflächliche Hüllhaut — Cystenhaut von der Aussenwelt ab und dauern lange Monate als Cysten, bis die Benetzung mit Wasser ihre Lebensenergie wieder anregt. Luftströme und Stürme wirbeln den Bodensatz der vertrockneten Wasserlachen hoch in die Luft — Staubmeer der Atmosphäre und verbreiten die langsam herabsinkenden, endlich mit den Regentropfen niederfallenden Cysten weit über die Erde.

I. Klasse. Sarcodina.

Protozoen mit Pseudopodien.

I. Ordnung. Rhizopoda.

Formbildung der Pseudopodien ungemein mannigfach, mit der Neigung zu reichlicher Verzweigung.

I. Unterordnung. Amoebaeformes.

Nackte Arten. Pseudopodien lappig.

Amoeba proteus (Ant.). *Europa*, *Nordamerika*.

Neben den nackten Formen leben andere mit einer einkammerigen beutel- oder birnförmigen Schale aus Sand oder kleinen chitinösen Plättchen, z. B.

Difflugia pyriformis (Perty). *Europa*. Schale aus Quarzsand. (Fig. 265).

Euglypha alveolata (Duj.). *Europa*. Schale von sechseckigen Chitinplättchen (Fig. 266).

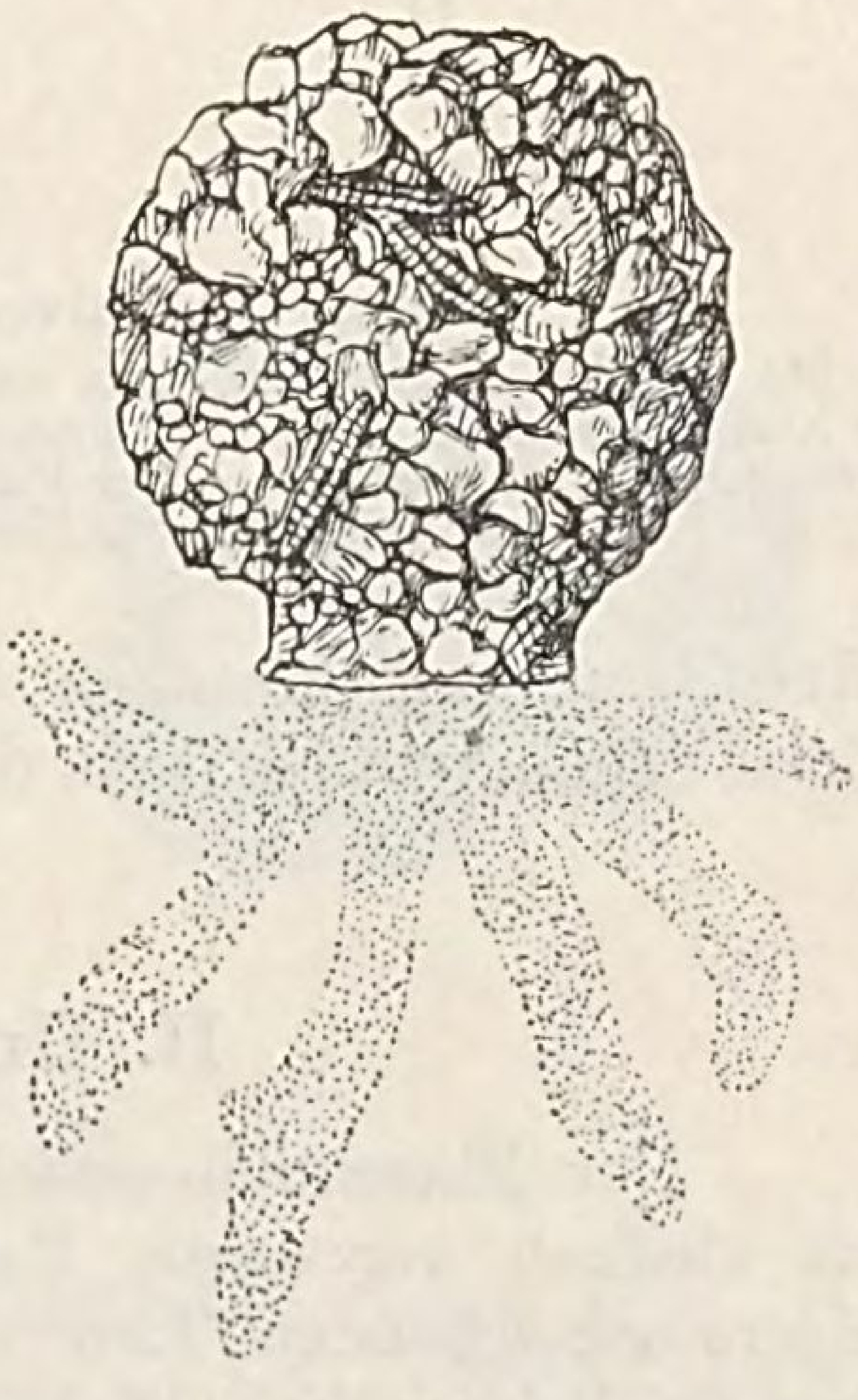
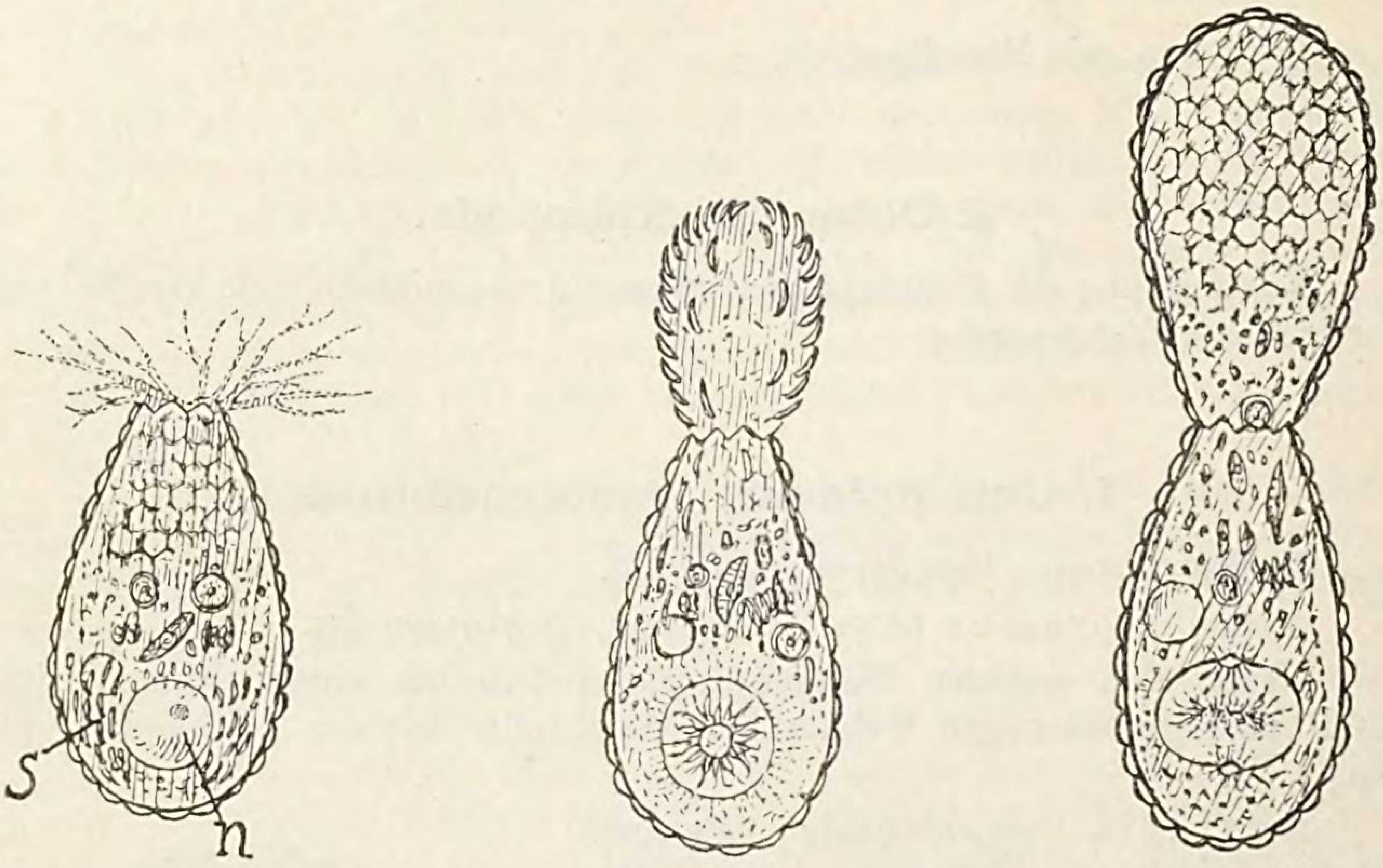


Fig. 265.
Difflugia. Nach Verworn.

Die Schale wird bei der Teilung gebildet, entweder im Plasma des Tieres (Euglypha) oder das Tier (Difflugia) nimmt vorher eine grössere Zahl von Quarzkörnchen in seinen Plasmaleib auf.

Die Teilung selbst ist ein recht komplizierter Vorgang, wie die Beschreibung des Prozesses bei Euglypha zeigen mag. In der Leibessubstanz dieses Protozoons (Fig. 266, *a*) sind 3 Schichten unterscheidbar: nahe der Mündung alveoläres flüssiges Plasma, das Bewegung und Nahrungsaufnahme besorgt, eine mittlere körnige Zone, welche der Verdauung und Exkretion dient, auch die kontraktile Vakuole enthält und im Schalengrunde eine feinkörnige Zone mit dem Kerne (*n*) und den dort gebildeten Schalenplättchen (*s*). Bei der Teilung tritt zuerst die alveoläre Zone aus der Schalenöffnung (Fig. 266, *b*), dann die körnige Schicht, bis der vorliegende Plasmahöcker ungefähr nach einer Stunde die Grösse des beschalten Tieres erreicht hat. Unterdessen wurden die Schalenplättchen ebenfalls in den Plasmahöcker hineingeschoben und haben sich an seiner Oberfläche zu einer neuen Schale ausgebreitet (Fig. 266, *c*), während der Kern den Teilungsphasen (I. Teil, pag. 133) unterworfen ward. Nach Beendigung der Teilung wandert der eine Kern ebenfalls in das Plasma innerhalb der neuen Schale. Dann tritt eine 20—30 Minuten währende Strömung des Plasmas ein und zum Schlusse ist eine gleichmässige und reguläre Verteilung der Plasmazonen

erzielt und der ungewohnte Zustand, dass der Schalenraum des alten Tieres nur von der feinkörnigen Zone, der des neuen Tieres nur von den



a *b* *c*

Fig. 266.

Englypha alveolata in Teilung. Nach Schewiakoff.

a Ein normales Individuum. Aus der nach oben gerichteten Schalenmündung treten Pseudopodien aus: *n* Kern, *s* Schalenplättchen. *b* Plasmahöcker der alveolären Zone vor der Schalenmündung, bereits mit Schalenplättchen bestellt. *c* Der Plasmakörper hat normale Grösse erreicht, er wird gebildet von alveolärem und flüssigem Plasma. Die Schale ist vollendet. Kern eben in Teilung.

alveolären und körnigen Schichten erfüllt war, vollkommen ausgeglichen. Beide Tiere trennen sich dann.

II. Unterordnung. Testacea.

Der Plasmaleib scheidet eine kalkige Schale aus und bildet sehr feine, oft vielfach verzweigte Pseudopodien, die das Schwimmvermögen der im Meere schwebenden Tiere erhöhen. Kontraktile Vakuolen fehlen meist. Die ursprünglich einfache Schalenkammer wird mit dem Wachstume des Körpers auf eine grössere Anzahl vermehrt, welche in gerader oder gekrümmter, einfacher oder mehrfacher Reihe geordnet sind oder sich spiralig auftürmen. Meist sind die Kammern durch Scheidewände getrennt, so dass der Plasmaleib in grössere Regionen und dünne die Scheidewände durchsetzende Verbindungsstränge gegliedert ist.

A. Imperforata.

Die Schale besitzt nur 1 oder 2 Öffnungen zum Austritte des Plasmakörpers.

Familie: Miliolidae.

Triloculina seminulum (L.). *Nordsee.*

Quinqueloculina im *Miliolidenkalke*, *Tertiär- und Jetztzeit.*

B. Perforata.

Die kalkige, vom Plasmakörper bedeckte Schale ist mit zahlreichen feinen Poren zum Durchtritte der Pseudopodien übersät.

1. Familie: Lagenidae.

Nodosaria. *Vom Kohlenkalke bis jetzt.*

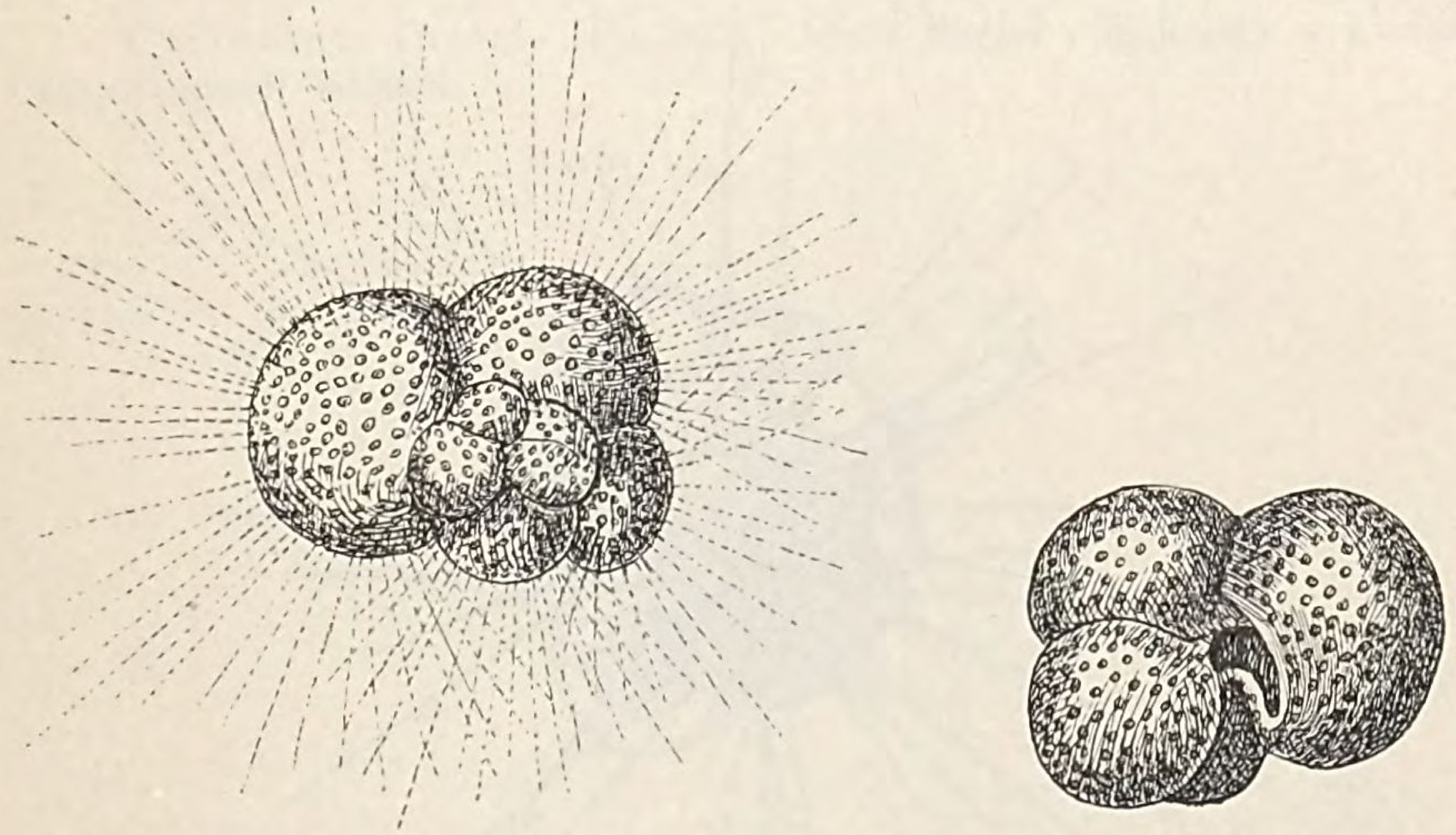
2. Familie: Textularidae.

2—3 Reihen wechselständiger Kammern.

Textularia. *Vom Carbon bis jetzt.*

3. Familie: Globigerinidae.

Kammern kugelig, spiralig geordnet. Poren weitgestellt.



A *B*

Fig. 267.

Globigerina bulloides. Nach Brady.

A Pseudopodien ausgestreckt. *B* Leere Kalkschale mit der grossen Mündung.

Globigerina bulloides (D'Orb.). *Atlantischer Ocean (von der Tertiärzeit an.* (Fig. 267). Auf einem Quadratmeter schweben 35 400 Stück.

4. Familie: Rotalidae.

Viele Kammern, spiralig geordnet. Gehäuse einer Schneckenschale gleichend.

Rotalia. *Jura bis Jetztzeit.*

5. Familie: Fusulinidae.

Fusulina (Fisch.). *Kohlenkalk.*

6. Familie: Nummulitidae.

Nummulites. *Nummulitenkalk, tertiär.*

Polystomella umbilicata (Mont.). *Nordsee.*

Die Schalen tragenden Rhizopoden vermehren sich durch Teilung, indem der Kern und später der Plasmaleib eines Individuums in eine grosse Zahl von Teilstücken zerfallen, so zwar dass die Plasmastücke je einen oder etliche Kernbrocken umschliessen. Jedes dieser Stücke bildet sich zu einem neuen Individuum aus, entweder innerhalb der Schale des ursprünglichen Tieres oder ausserhalb, wenn der Plasmaleib vor dem Beginne der Teilung aus dem Schalenraume hervorgetreten ist, oder nachdem die kleinen Teiltiere den Schalenraum selbständig verlassen haben.

II. Ordnung. Heliozoa — Sonnentierchen.

Körper kugelig, das Ektoplasma körnig. Das Entoplasma gleichartig. Feine, radial gerichtete Pseudopodien entstrahlen der gesamten Kugelfläche.

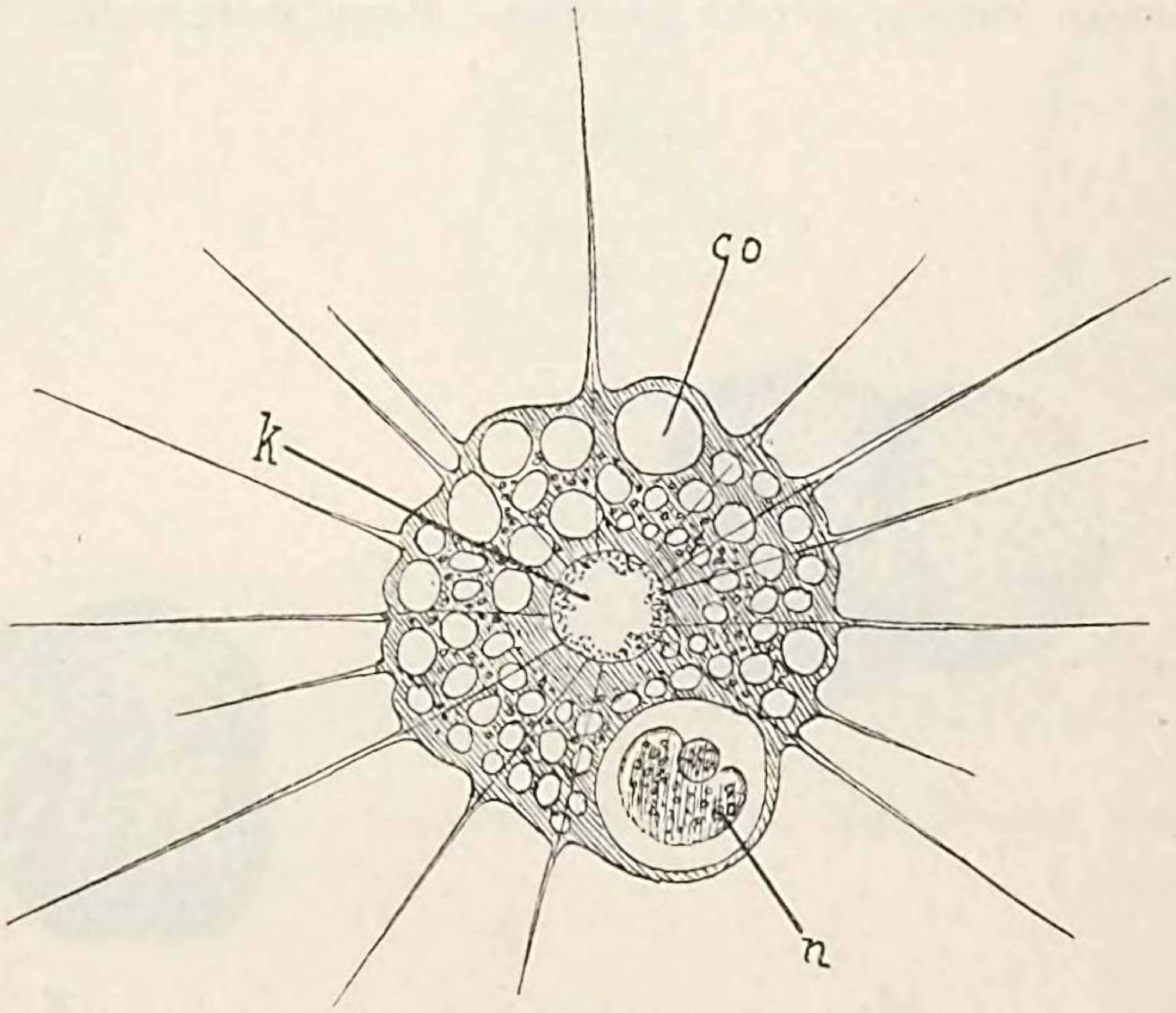


Fig. 268.
Actinophrys sol. Nach Grenacher.

Pseudopodien niemals verästelt. Die kontraktilen Vakuolen liegen im Ektoplasma.

Actinophrys sol (Ehrbg.). *Süsswasser*. Rinden- und Markschicht nicht deutlich gesondert (Fig. 268).

Actinosphaerium Eichhornii (Ehrbg.). *Süsswasser*. Rindenschichte blasig und viele Kerne enthaltend.

Acanthocystis turfacea (Cart.). *Süsswasser*. Bildet ein Skelet von isolierten, radial gerichteten Kieselnadeln.

Clathrulina elegans (Cienk.). *Süsswasser*. Bildet eine kieselige, auf einem Stiele sitzende Gitterkugelschale.

III. Ordnung. Radiolaria — Strahlentierchen.

Körper kugelig. Feine radial gerichtete Pseudopodien mit Achsenfäden entstrahlen der ganzen Oberfläche, sie verästeln sich und anastomosieren

oft mit einander. Eine dünne kugelige und fein durchlochte Membran — sog. Centralkapsel scheidet den Plasmaleib in 2 Zonen: einen voluminösen inneren, Öltropfen und Pigment nebst Kern einschliessenden Teil und einen extrakapsulären Gallertmantel, in welchem die durch die Centralkapsel austretenden Pseudopodien ein feines plasmatisches Netzwerk bilden, von welchem die Pseudopodien nach aussen treten. Wundervolle Skeletgebilde aus organischer Substanz oder Kieselsäure sind dem Körper eingebettet als zierliche Gitterkugeln, geschmückt mit radialen Stacheln. Kontraktile Vakuolen fehlen. Der Leib ist in der Jugend einkernig, später vielkernig. Ausschliesslich Meerbewohner.

I. Unterordnung. Spumellaria.

Centralkapsel allseitig von feinen Pseudopodienporen durchlocht. Ein Kern. Skelet kieselig, extrakapsulär.

Thalassicolla pelagica (Haeck.). *Mittelmeer.*

Collozoum inerme (Haeck.). Ohne Skelet. Kolonien von vielen Centralkapseln bildend.

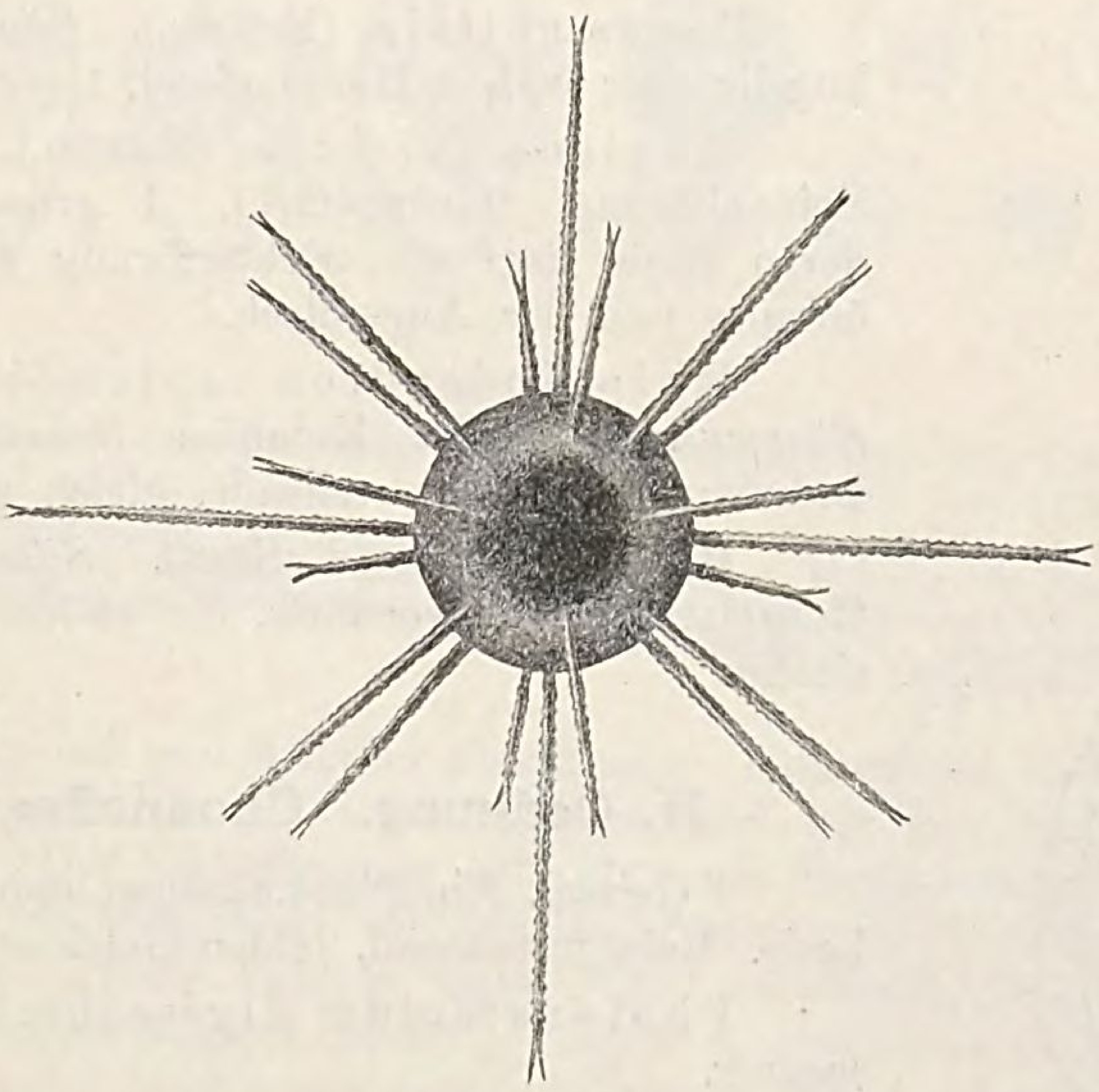


Fig. 269.
Acanthometra Muelleri (Haeck.). Die Pseudopodien sind nicht eingezeichnet. Nach Haeckel.

II. Unterordnung. Acantharia.

Centralkapsel mit feinen Pseudopodienporen. Skelet aus Acanthinnadeln, die im Mittelpunkte der Centralkapsel zusammentreffen.

Acanthometra Muelleri (Haeck.) *Mittelmeer.*

III. Unterordnung. Nasselaria.

Centralkapsel ellipsoid, die Poren der Pseudopodien nur auf einem begrenzten Bezirke der Kapselwand vorhanden. Skelet kieselig, extrakapsulär.

Lithomelissa thoracites (Haeck.). *Mittelmeer.*

IV. Unterordnung. Phaeodaria.

Doppelwandige Centralkapsel mit wenigen grossen Fächern: einer Haupt- und mehreren Nebenöffnungen. Skelet kieselig, extrakapsulär.

Aulacantha scolymantha (Haeck.). *Mittelmeer.*

II. Klasse. Flagellata — Geisseltiere.

Schwimmen durch die Schwingungen von einer oder etlichen Geisseln. Kontraktile Vakuolen vorhanden, Körper meist mit Cuticula.

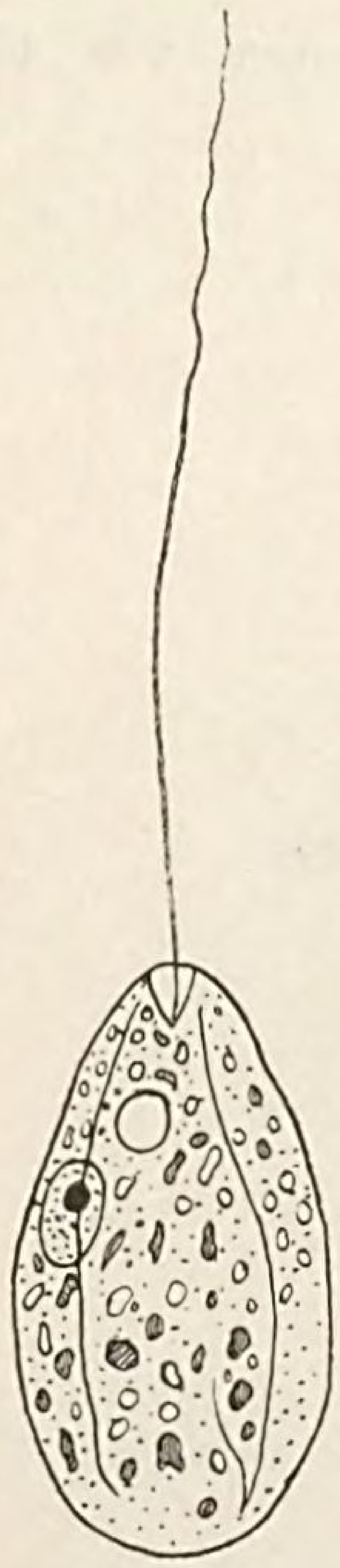


Fig. 270.
Ein Flagellat, Petalomonas Duj.
Nach Bütschli.

I. Ordnung. Flagellata s. str.

Monas guttula (Ehrbg.). *Süsswasser.* Leib kugelig oder oval. 1 Hauptgeissel, 1—2 Nebengeisseln.

Euglena viridis (Ehrbg.). *Süsswasser.* Spindelförmig. Grüngefärbt. 1 grosse Geissel, an deren Basis liegt die trichterförmig vertiefte Mundöffnung und der Augenfleck.

Rhipidodendron splendidum (Stein). *Süsswasser.* Bildet Kolonien fächerartig gestellter Individuen. 2 dicht stehende, gleich grosse Geisseln.

Bodo caudatus (Sein). *Süsswasser.* Zwei Geisseln, die eine vorwärts, die andere rückwärts gerichtet.

II. Ordnung. Choanoflagellata.

1 Geissel. Ein Plasmakragen umhüllt die Geisselbasis. Meist festsitzend, bilden Gehäuse und Kolonien.

Phalansterium digitatum (Stein). *Süsswasser.*

III. Ordnung. Dinoflagellata.

2 Geisseln, die eine vorspringend, die andere einer Körperfurche eingebettet. Der Körper scheidet eine aus zwei Stücken bestehende Celluloseschale ab.

Peridinium tabulatum (Clap. et Lachm.). *Süsswasser.*

IV. Ordnung. Cystoflagellata.

Körper kugelig gallertig, vom netzförmigen Plasmagerüste durchsponnen.

Noctiluca miliaris (Luriv.). *Mittelmeer, nordatlantischer Ocean.*

Die Plasmamasse ist an einer nabelartig eingezogenen Stelle der Gallertkugel angesammelt und sendet feine Stränge in die Gallerte. Geissel schwach. Ein cylindrischer Fortsatz des Körpers — Tentakel bewegt durch langsame Schwingungen das schwimmende Tier. Bringen das Meerleuchten hervor, da die peripheren Körperschichten leuchten.

III. Klasse. Sporozoa.

Da die Sporozoen parasitisch in den Gewebszellen anderer Tiere leben, entbehren sie jeglicher Bewegungsorgane. Ihr gestreckter Körper ist von einer Cuticula umhüllt. Die flüssige Nahrung wird endosmotisch eingesaugt,

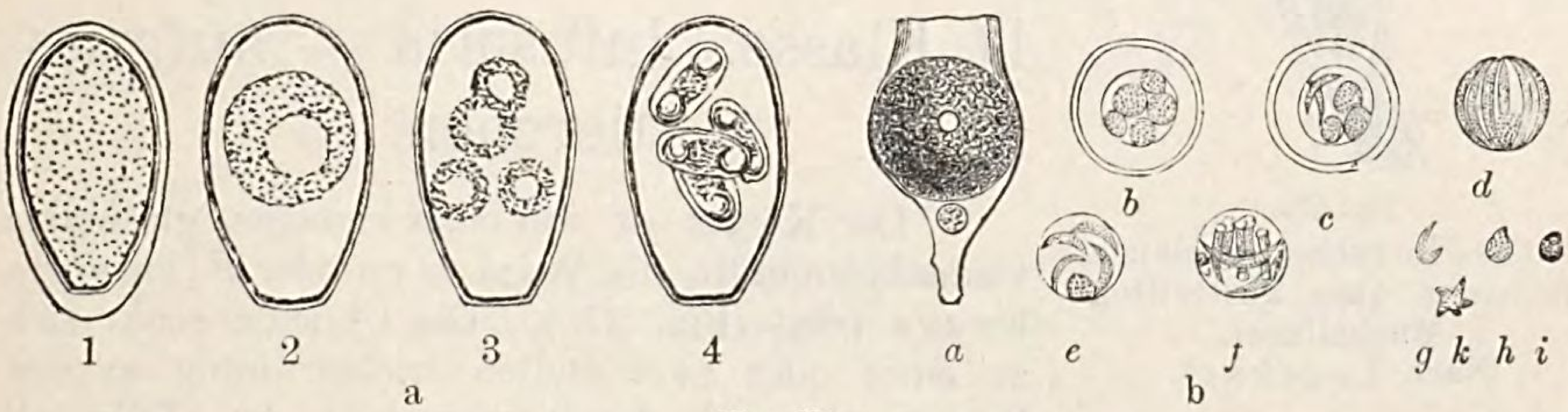


Fig. 271.

a Coccidium oviforme aus der Leber des Kaninchens. Nach Leuckart. 100mal vergr.

1 Coccidie in einer Epithelzelle des Gallenganges, *2* Coccidie eingekapselt, der Plasmaleib kugelig kontrahiert, *3* und *4* Bildung der Pseudonavicellen.

b Coccidium aus dem Darme der Maus. Nach Leuckart.

a nackte Coccidie in einer Darmepithelzelle, *b*, *c* Coccidie mit Hüllhaut, der Plasmaleib zerfällt in sichelförmige Körperchen, *d*, *e*, *f* Fortschreiten des Prozesses, *g*, *h*, *i* frei gewordene sichelförmige Körperchen.

deshalb ist Zellmund und Zellafter überflüssig. Kontraktile Vakuolen fehlen. Der Plasmaleib zeigt ein helles Ektoplasma und körniges Entoplasma und birgt den Kern. Der Fortpflanzung geht stets die Encystierung voraus. Oft verkapselt sich ein Individium, oft zwei in gemeinsamer Cyste, dann zerfällt ihr Leib in eine grosse Zahl je einen Kern erhaltender Teilstücke, deren jedes eine besondere Kaspel bildet — Spore, Pseudonavicelle. Aus diesen entstehen auf noch ungenügend bekannte Weise neue Sporozoen.

I. Ordnung. Monocystidae.

Körper rund oder gestreckt.

Monocystis agilis (Stein). *In der Leibeshöhle und im Hoden der Regenwürmer.*

II. Ordnung. Polycystidae.

Eine quere Wand scheidet den Körper in einen vordern — Protomerit und hintern Abschnitt — Deutomerit. Das Vorderende — Epimerit des Protomeriten trägt oft Borsten und Haken und gliedert sich gleichfalls ab.

Clepsidrina blattarum (v. Sieb). *Im Darm der Schaben.*

III. Ordnung. Coccidiidae.

Körper sphärisch, encystiert in Epithelzellen.

Coccidium oviforme (LECK.). *Im Epithel der Leberschläuche des Kaninchens.* (Fig. 271).

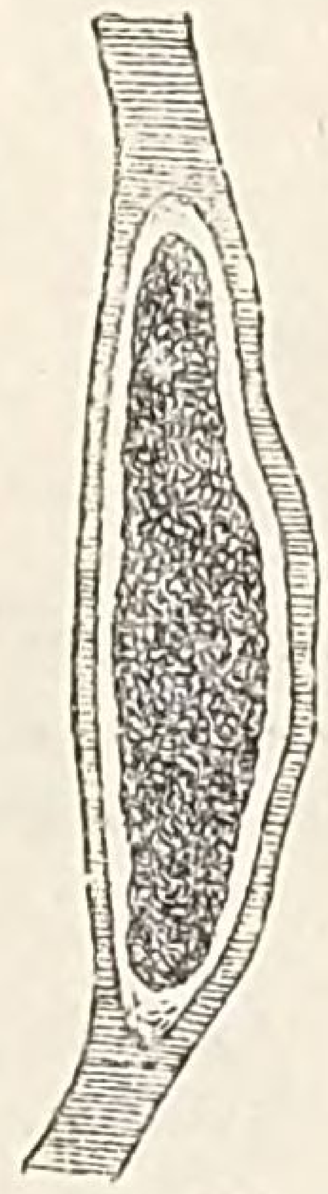


Fig. 272.
Miescherscher Schlauch in einer quer gestreiften Muskelfaser. Nach Leuckart.

IV. Ordnung. Sarcosporidae.

Miescher'sche Schläuche. *In den quergestreiften Muskelfasern von Säugetieren.* (Fig. 272.)

IV. Klasse. Infusoria — Aufgusstierchen.

Der Körper ist von einer homogen glashellen Cuticula umhüllt, die Wimpern oder Flimmerhaare trägt (Fig. 273). Die Cuticula senkt sich an einer oder zwei Stellen trichterförmig in den Körper ein und charakterisiert so den Zellmund und den Zellafter. Das Ektoplasma ist gestreift und enthält kontraktile Fäden — Myonemen, die dem Tiere einen hohen Grad von Agilität verleihen. Das Entoplasma von wabigem Baue strömt die an der Mundöffnung ihm einverleibten und in Nahrungsvakuolen eingeschlossenen Bissen im Körper herum. (Die Cirkulation währt bei Paramaecium z. B. $1^1/_2$—2 Minuten.) Kontraktile Vakuolen sind fast immer vorhanden. Alle besitzen einen Hauptkern — Macronucleus und 1—2 Nebenkerne — Micronucleus. Der Hauptkern erscheint in mannigfaltigen Gestalten: nieren-, wurst-, band-, hufeisen-, rosenkranzförmig.

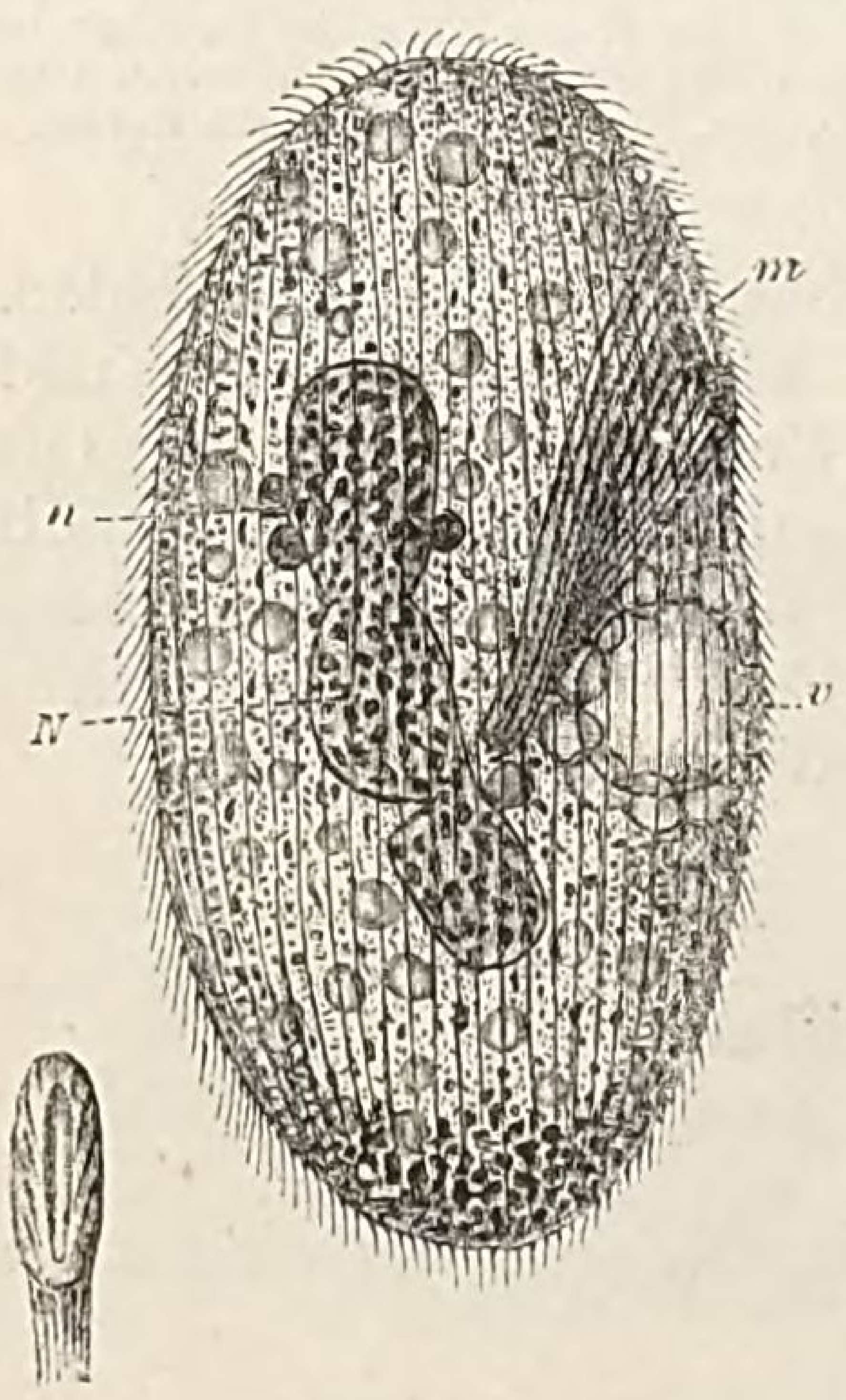


Fig. 273.
Holotriches Infusor. Nach Bergh.
m Mund, *N* Hauptkern, *n* Nebenkern, *v* kontraktile Vakuole. Links unten ist die Mundöffnung (von vorne gesehen) dargestellt.

Die Flimmerhaare sind zarte Fortsätze des Körpers, 0,1—0,3 μ dick, bis 16 μ lang. Sie schwingen unablässig, nicht bloss um das Tier zu rudern, sondern auch um einen Wasserstrom zur Atmung und Nahrungsteilchen zur Ernährung herbei zu strudeln, deshalb sind sie in der Nähe des Zellmundes massig gehäuft in Längsreihen von Wimpern — adorale Wimperzone, und grenzen das Mundfeld — Peristom des Körpers auffällig ab (Fig. 276). Unter jeder Wimper steht im Ektoplasma ein feiner Plasmabalken zur Ernährung, wohl auch zur Neubildung der Flimmerhaare, da die unermüdlichen zarten Gebilde sich leicht abnützen. Die Flimmerhaare besetzen oft den

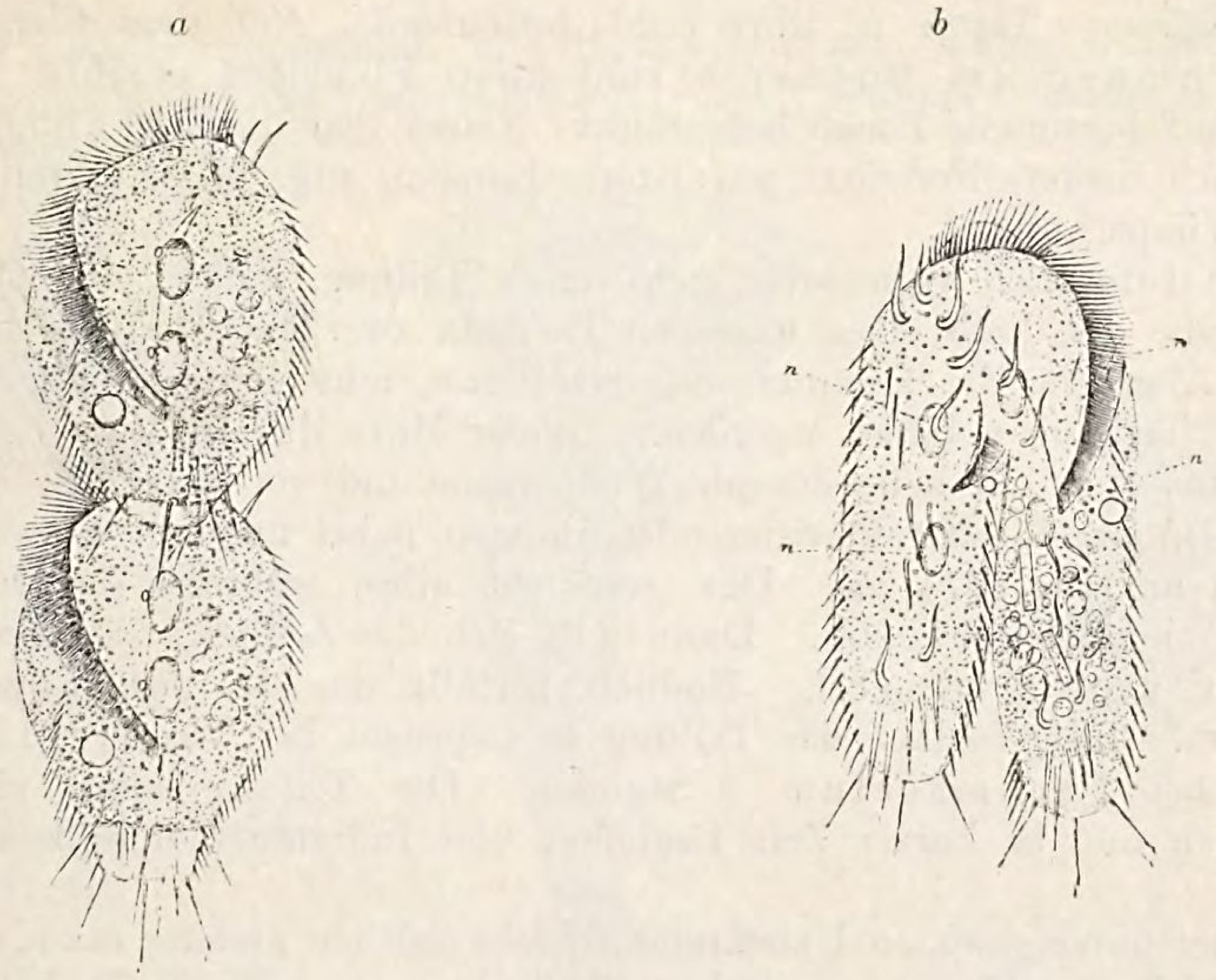


Fig. 274.

Stylonychia mytilus. Nach Stein.

a in Teilung, *b* in Conjugation, *n* Hauptkerne.

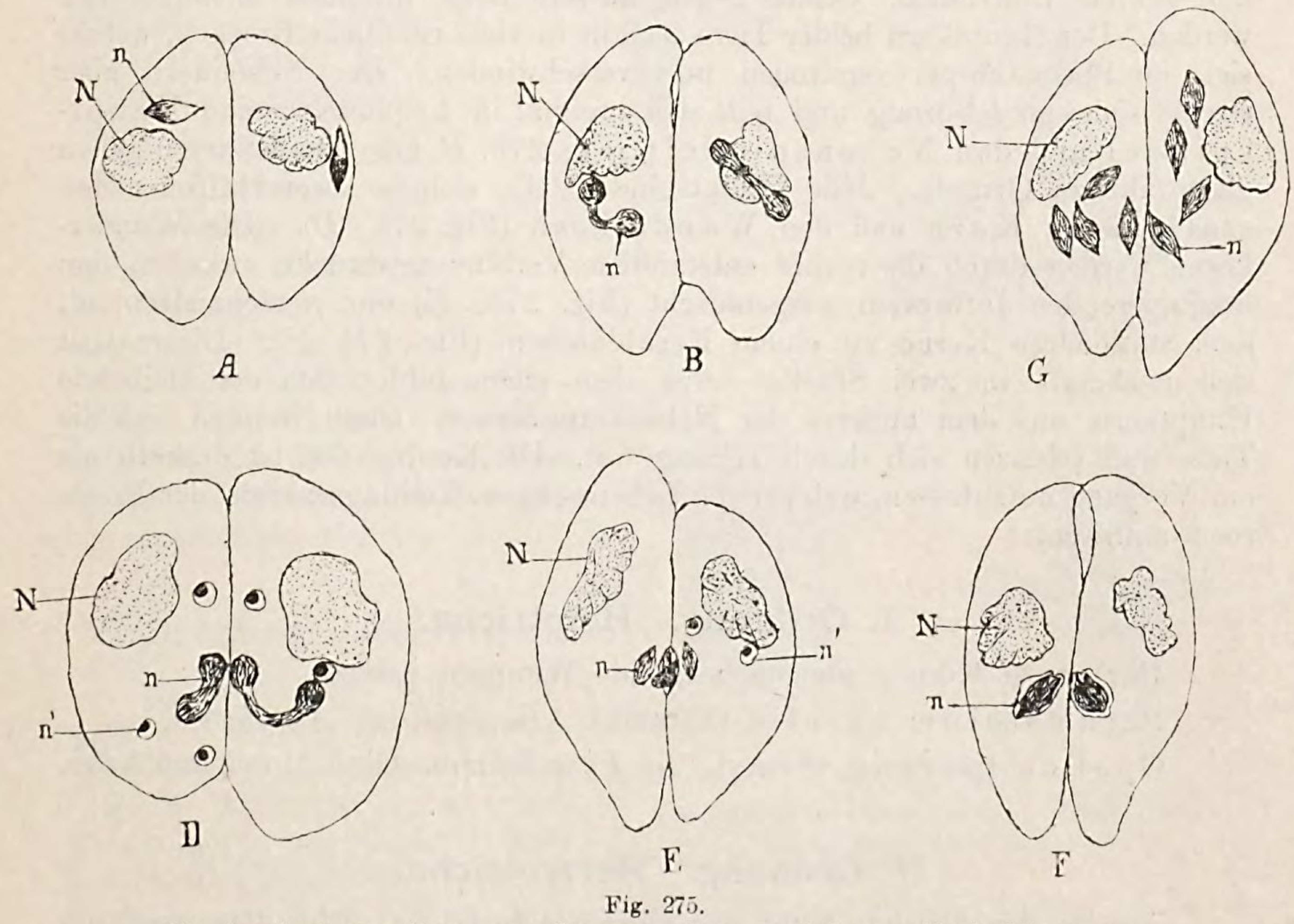


Fig. 275.

Ein konjugiertes Paar von Paramaecium caudatum. Nach Maupas.

A Kurz nach der Verhängung, jedes Individuum zeigt den Hauptkern *N* und den Nebenkern *n*. *B* Jeder Nebenkern in Teilung. *C* In jedem Individuum sind 4 Nebenkerne gebildet. *D* Die 3 Nebenspindeln (n^1) in Rückbildung, die Hauptspindel *n* in Teilung. *E* Die beiden Wanderkerne liegen an der Verbindungsbrücke, um ausgetauscht zu werden. *F* Die ausgetauschten Wanderkerne liegen am stationären Kerne, um mit ihm zu verschmelzen. Der Hauptkern beginnt zu zerfallen.

ganzen Körper. Dann ist ihre Zahl bedeutend. Auf dem kleinen Leibe von Paramaecium bursaria sind 2640 Flimmern gezählt. Oft sind sie nur auf bestimmte Zonen beschränkt. Neben den dünnen Flimmerhaaren treten auch dickere Fortsätze auf: starre Borsten, zugespitzte Cirren oder verklebte Wimperbüschel.

Die Infusorien vermehren sich durch Teilung, indem eine Quer- oder Längsfurche den Leib eines lebenden Tieres in zwei lebenskräftige Individuen zerlegt. Aber ehe die Trennung erfolgen kann, müssen die wichtigen Organe für beide Teiltiere gebildet weorden. In der Mitte des Infusors entsteht ein neuer Mund und ein neue adorale Wimperzone und vor derselben legen sich die das Hinterende charakterisierenden Borsten nebst anderen Formeigentümlichkeiten an (Fig. 274, *a*). Das geschieht alles, während das Infusor im Wasser frei umherschwimmt. Dann teilt sich der Zellkern, die kontraktilen Vakuolen werden vermehrt. Endlich zerfällt der Körper in zwei neue Individuen. Der Verlauf der Teilung beansprucht bei Vorticella $^3/_4$—1 Stunde, bei Paramaecium 2 Stunden. Die Teilung kann sich rasch wiederholen und in kurzer Zeit Legionen von Individuen derselben Art erzeugen.

Aber unter gewissen Umständen schiebt sich ein anderer als Konjugation bezeichneter Vorgang zwischen die Teilung ein. Je ein Paar der lustig im Wasser sich tummelnden Infusorien vereint sich, indem sie zuerst die Mundgegend, dann eine grössere Körperfläche zusammenstossen und verhängen (Fig. 274 *b*, 275); später entsteht sogar eine Verbindungsbrücke zwischen den beiden Individuen, welche gegen äussere Reize nunmehr unempfindlich werden. Der Hauptkern beider Tiere zerfällt in viele rundliche Brocken, welche sich im Plasmakörper zerstreuen und verschwinden. Der Nebenkern aber streckt sich spindelförmig und teilt sich zweimal in 4 Spindeln: eine Hauptspindel und drei Nebenspindeln (Fig. 275, *B*, *C*). Die letzteren gehen gleichfalls zu Grunde. Jede Hauptspindel teilt sich in zwei Hälften: den stationären Kern und den Wanderkern (Fig. 275, *D*). Die Wanderkerne werden durch die vorher entstandene Verbindungsbrücke zwischen den konjugierenden Infusorien ausgetauscht (Fig. 275, *E*) und verschmelzen mit dem stationären Kerne zu einem Kernbläschen (Fig. 275 *F*). Dieses teilt sich nochmals in zwei Stücke. Aus dem einen bildet sich der bleibende Hauptkern, aus dem anderen der Nebenkern heraus. Dann trennen sich die Tiere und pflanzen sich durch Teilung fort. Die Konjugation ist deshalb als ein Vorgang aufzufassen, welcher die Lebens- bezw. Teilungsenergie der Protozoen auffrischt.

I. Ordnung. Holotricha.

Der ganze Körper gleichmässig mit Wimpern besetzt.

Paramaecium aurelia (Ehrbg.). *In fauligen Aufgüssen.*

Opalina ranarum (Stein). *Im Froschdarm.* Ohne Mund und After.

II. Ordnung. Heterotricha.

Ausser der Bewimperung der ganzen Oberfläche zieht vom vorderen Körperende eine Wimperzone gegen den Mund und umgrenzt das Peristom.

Stentor polymorphus (Ehrbg.). *Europa.* Leib trompetenförmig. (Fig. 276).

III. Ordnung. Hypotricha.

Der Leib ist abgeplattet und lässt eine flache Bauch- und eine gewölbte Rückenfläche unterscheiden. Die Wimpern stehen nur am Bauche. Mund und After sind gleichfalls bauchständig. Meist kommen borsten- und hakenförmige Wimpern vor. Vor dem Munde zieht eine adorale Wimperzone.

Stylonychia mytilus (EHRBG.). *Stehende und fliessende Gewässer.* (Fig. 274.)

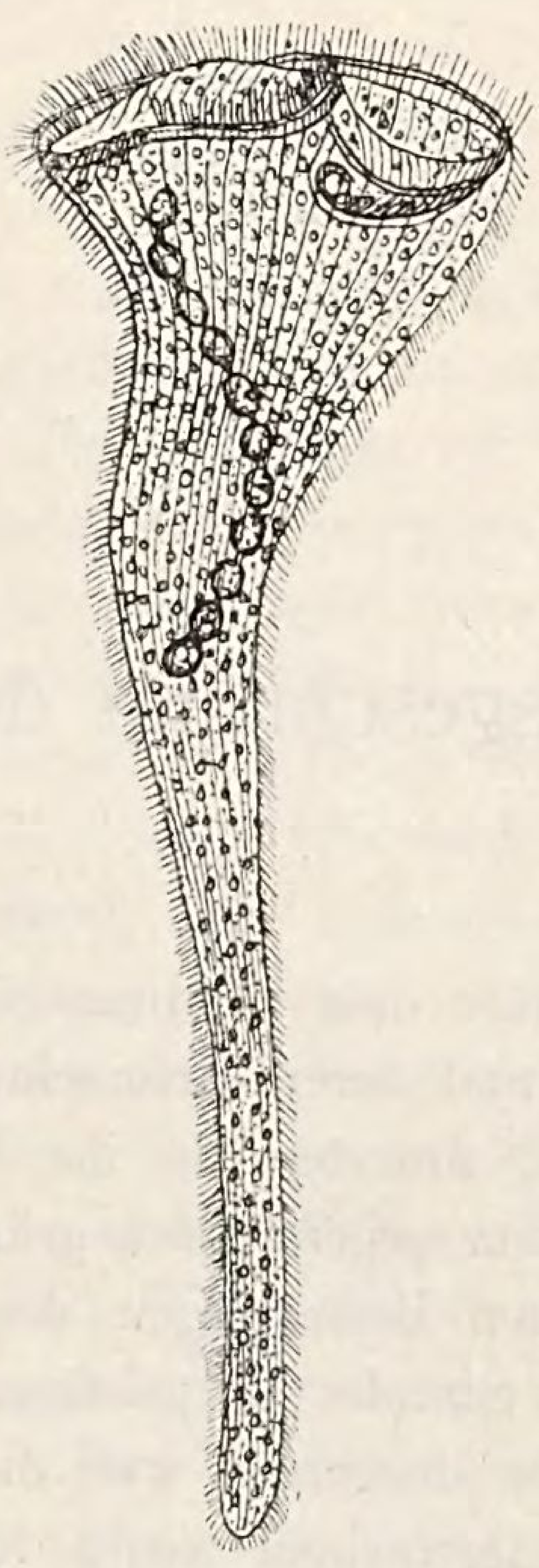


Fig. 276.
Stentor polymorphus. Nach Stein.

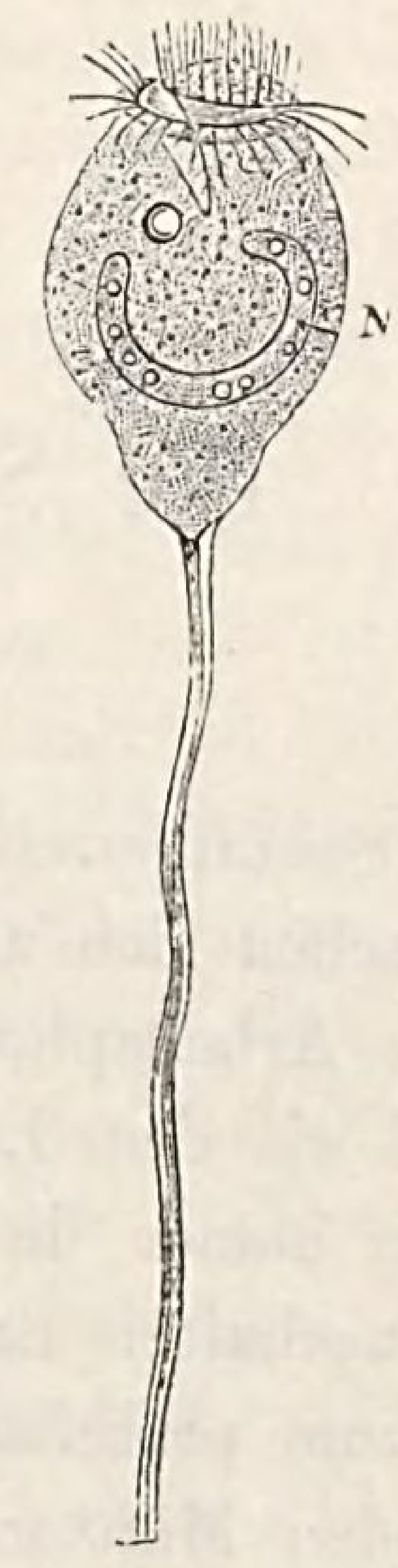


Fig. 277.
Vorticella. Nach Claus.
N Hauptkern. Durch die adorale Wimperzone schimmert das trichterförmig eingezogene Peristom durch, unter ihm liegt die kontraktile Vakuole.

IV. Ordnung. Peritricha.

Körper drehrund und nackt. Das Vorderende breit abgestutzt mit eingezogenem Peristomfelde, an dessen Rande allein eine adorale Wimperspirale hinzieht. Kern wurstförmig gekrümmt.

Vorticella nebulifera (EHRBG.). *An Wasserlinsen.* (Fig. 277.) Das Hinterende des Körpers in einen langen, durch ein Myonema kontraktilen Faden ausgezogen und mittels desselben festgeheftet. Die Wimperzone springt deckelartig über das grubig eingesenkte Peristom vor.

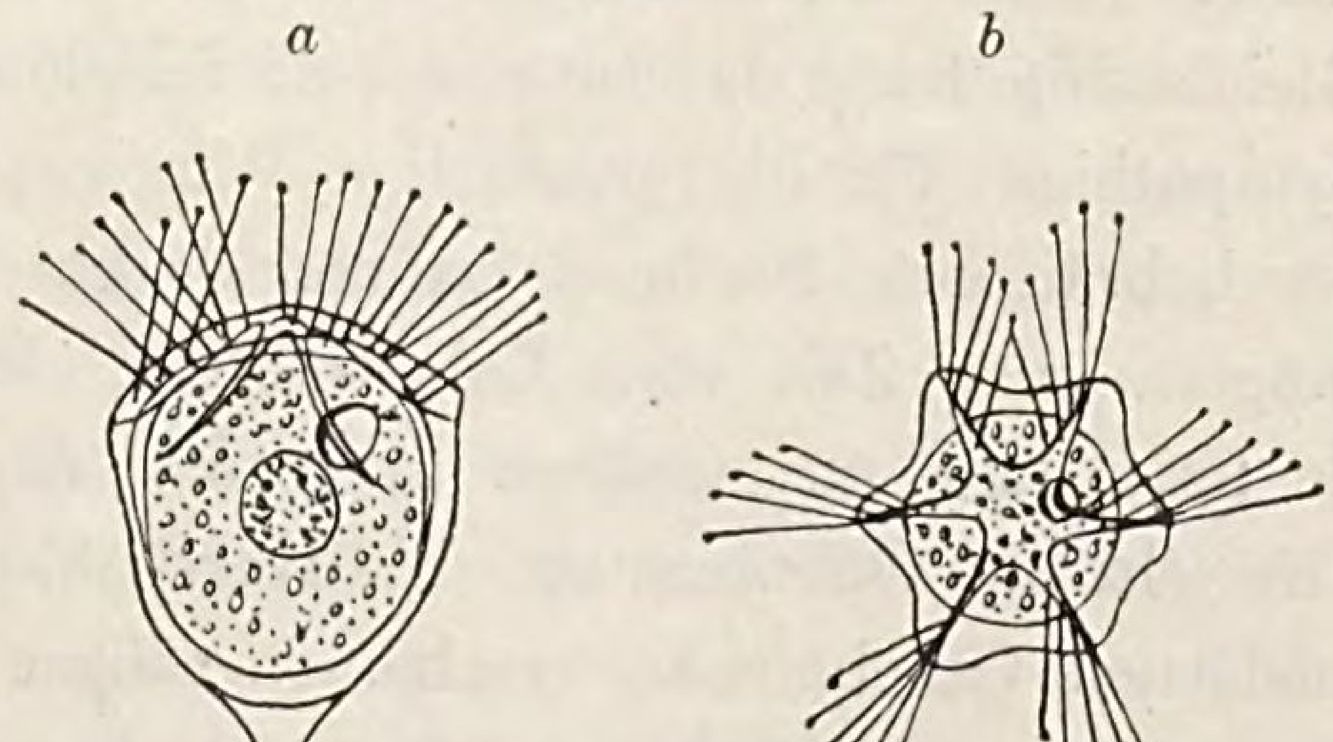


Fig. 278.
Acineta mystacina Ehrbg. Nach Stein.
a von der Seite, *b* von oben gesehen.

V. Ordnung. Acinetina.

Ihr Leib trägt nur in der Jugend Wimpern. Später schwinden dieselben. Die Tiere nehmen sitzende Lebensweise an und treiben durch die Cuticula feine kontraktile Plasmaröhren — Saugfüsschen, andere Infusorien damit festzuhalten und auszusaugen.

Acineta mystacina (EHRBG.). *Süsswasser.* (Fig. 278).

Die Stammesgeschichte der Tierwelt.

Tempus veritatem manuducit. Harvey.

So oft strebsame Männer dem Studium einer besonderen Gruppe von Thatsachen sich zuwandten und deren Erforschung aus dem Rahmen eines älteren Arbeitsplanes lösten, mussten sie ihr Vorgehen den Fachgenossen sowohl wie dem Laienpublikum gegenüber begründen. Bei dieser Gelegenheit werden immer die allgemeinen Beziehungen der neuen Studien zu anderen Wissenschaften und zu dem Stande der geistigen Kenntnisse der Menschheit oder zum praktischen Nutzen dargelegt, weil die dem Spezialstudium ferner stehenden Männer sich im allgemeinen wenig für die Eigenart einer neuen wissenschaftlichen Disziplin interessieren.

Als die Zoologie anfing, sich aus dem Rahmen dessen, was man im Mittelalter Medizin nannte, zu lösen, hatten die wissenschaftlichen Pioniere eben mit dem Vorurteile gebrochen, dass die Autorität klassischer Schriftsteller höher anzuschlagen sei als selbständige Beobachtung der Natur. Gleichzeitig hatte das Interesse an religiösen Gewissensfragen in vielen warme Sympathien für die grossartige Wunderpracht der Natur erweckt. Im Stile der hebräischen Psalmen ertönen darum die naturwissenschaftlichen Abhandlungen jener Zeit vom Lobe Gottes, des erhabenen Meisters des Weltalls. So naiv und unzutreffend auch die damaligen Betrachtungen, welche die Tierwelt als Offenbarung der Herrlichkeit Gottes zu erweisen suchen, dem modernen Geschmacke erscheinen mögen, ihre warme Begeisterung für die neue wissenschaftliche Aufgabe spricht auch den späten Epigonen an.

Im 18. Jahrhundert wurde der theologische Schiller der naturwissenschaftlichen Werke durch Exkurse über den praktischen Wert dieser Kenntnisse verwischt; der Hinweis auf die grossen Vorteile, welche die Menschheit aus den Eigenschaften der Tiere ziehen kann, soll die Beschäftigung mit vielen zunächst unwesentlich scheinenden Thatsachen entschuldigen. Die Verwendung der Tiere zu Speise und Trank, zu Kleidung und

Schmuck, zu Arzeneimitteln, wie ihre Schädlichkeit werden weitläufig und trocken dargelegt; aber aus der nüchternen Reflexion bricht häufig der Enthusiasmus, welcher den Forscher in seiner mühseligen Arbeit anfeuert, und preist die Tiere als genial konstruierte Maschinen und ihre Lebensweise als Vorbild moralischer Ideale.

Nachdem Linné die vernunftgemässe Disposition der zoologischen Kenntnisse gelehrt hatte und die Vorzüge seiner Einteilung allgemein anerkannt waren, bekam eine neue Auffassung Recht. Die Spekulation seiner Schüler und späterer Generationen fing an, *das Natursystem für den Ausdruck einer natürlichen Rangordnung zu halten* und gefiel sich in der Vorstellung, dass die systematische Gruppierung, welche doch nur die Übersicht über die Formenfülle der organischen Welt erleichtern sollte, ein tieferes Verhältnis der Geschöpfe enträtsele: „eine natürliche Ordnung, welche vom erhabenen Urheber aller Dinge eingesetzt worden sei (Lamark)[1]“. Der Umstand, dass die Klassen-, Ordnungs-, Gattungs- und Art-Begriffe Linne's einander teils über-, teils beigeordnet waren und bei mündlicher oder schriftlicher Darstellung in einer bestimmten Reihenfolge genannt werden mussten, verführte die meisten Naturforscher zur symbolischen Deutung der nach einfachem logischen Prinzipe getroffenen Einteilung und erweckte den Glauben, Linné habe eine natürliche Stufenleiter der Lebewesen entdeckt, welche in allmählicher Vervollkommnung von den niederen Tieren zur Krone der Schöpfung, dem Menschengeschlechte emporführe. Der Gedanke ist einfach und verlockend. Jeder harmlose Beobachter, welcher eine nach Linné's System aufgestellte Sammlung beschaut, erhält den gleichen Eindruck, wie ihn Lamark 1811 geschildert hat: „Wenn man die Reihe der bekannten Tiere durchläuft und von einer Klasse zur anderen sich erhebt, vom Infusor bis zum Säugetiere, findet man Beispiele einer fortschreitenden Vervollkommnung und im Verhältnis dazu eine Steigerung der Zahl und Bedeutung ihrer Fähigkeiten. Endlich wird man überzeugt, dass die Vervollkommnung wirklich eine bestehende Thatsache ist und die Lücken und Unregelmässigkeiten nichts dagegen beweisen.“ In der That ist dieses Verhältnis zu allen Zeiten aufgefallen; z. B. Gessner glaubte schon, eine natürliche Stufenleiter vom Mineral bis zum Menschen, ja bis zu Gott selbst bilden zu können. Welch anderes Resultat könnte auch ein Blick auf die systematisch gruppierte Tierwelt zeitigen? Er führt stets eine durchgehende, aber unregelmässige Abstufung der tierischen Organisation vor: Wenn man von den Säugetieren nach unten geht, erkennt man, wie die Ausbildung und Zahl der Körperorgane einfacher wird und dementsprechend die Fähigkeiten abnehmen; umgekehrt wenn man aufwärts steigt, findet man eine unregelmässige Stufenfolge in der zunehmenden Ausbildung der Organisation, einen gradweisen Übergang vom einfachen zum zusammengesetzten, vom kleinen zum riesigen Körper. Die

1) Histoire naturelle I, pag. 128 ff.

am weitesten entfernten Endpunkte des systematischen Gebäudes werden von denjenigen Tieren eingenommen, welche am meisten verschieden sind.

Dieser Vorstellung war noch die Thatsache günstig, dass es in jeder umfassenderen Gruppe wieder höher und nieder organisierte Tiere giebt und dass manche Arten z. B. unter den Säugetieren die Monotremata (Schnabeltier, Ameisenigel) sowohl Charaktere der Säuger als der Vögel aufweisen, oder dass es luftatmende Fische giebt. Derartige Formen fügten sich als Zwischenglieder zwischen die grossen Klassen ein und trugen dazu bei, in der theoretischen Spekulation die Grenzen der letzteren zu verwischen. Über die Anordnung der einzelnen Stufen der erträumten Vervollkommungsleiter gingen freilich die Ansichten recht weit auseinander. Hier sei nur an den starren Schematismus und die pedantische Zahlenspielerei der im ersten Kapitel des allgemeinen Teiles angeführten systematischen Vorschläge von Jak. Th. Klein und M. Brisson erinnert. Ferner möge der Versuch von J. F. Eschholtz angeführt werden, *den Vogel Strauss als ein zu den Säugetieren überführendes Glied der Stufenleiter zu erweisen.*

„Die ausser ihm nur den Säugetieren eigentümliche Bildung des Beckens ist wiederum ein starker Beweis seiner Annäherung zu dieser Klasse. Hierzu kommen noch die äusseren Eigentümlichkeiten, dass sowohl der Strauss als vorzüglich der Kasuar haarähnliche Federn haben und dass ihnen der von der Natur den Vögeln allein geschenkte wahre Flug gänzlich abgeht. Da ich durch alle diese Eigentümlichkeiten des Strausses mich bewogen sah, ihn als ein den Säugetieren am nächsten stehendes Glied unter den Vögeln zu betrachten, so musste ich ferner untersuchen, mit welcher Familie der höher stehenden Klasse er die meisten Verwandtschaften zeige? Indem ich die Reihe der Ausnahmen übersah, die der Strauss unter den Vögeln macht und diejenigen herausnahm, welche ihn den Säugetieren als verwandt zeigen, nämlich das geschlossene Becken und das einem zweiten Magen ähnliche Organ, so musste mir die Ähnlichkeit auffallen, die in diesem Baue mit dem der Wiederkäuer liegt, bei welchen letzteren die Schambeine ebenfalls sehr verlängert sind und die sich durch ihre vier Magen auszeichnen. Der unter den Vögeln dem Strausse allein eigene zweizehige Fuss findet sich bei den Wiederkäuern ebenfalls in zwei Klauen verwandelt. Und unter den Wiederkäuern möchte ich das Kamel als ihr Endglied und als das dem Strausse ähnlichste Säugetier aufstellen, das mit diesem Vogel viele klein scheinende Eigentümlichkeiten gemein hat; z. B. die Schwielen auf der Brust sind beiden Tieren gemeinschaftlich; das kann auch wohl niemand leugnen, dass am Kamele der anfangs nach vorne gebogene, nachher erst aufwärts gerichtete Hals und die Bewegungen desselben viel Vogelartiges haben. Die grosse Ähnlichkeit beider Tiere ist immer bewährt gewesen und schon die Alten nannten den Strauss Struthiocamelus. Nicolaus Leoniceus behauptete auch schon, der Strauss sei kein wahrer Vogel, sondern ein Mitteltier zwischen den vierfüssigen und fliegenden." — „Partim avis, partim quadrupes." Aristoteles L. IV de partibus animalium cap. ultimo.

Kaum war der Gedanke einer tierischen Stufenleiter einmal ausgesprochen, als bald phantastische Köpfe die weitere Behauptung aufstellten, dass *die jetzt bestehenden Glieder einer Artsprosse jener Leiter durch Umbildung*

1) J. F. Eschholtz, Ideen zur Aneinanderreihung der rückgratigen Tiere, auf vergleichende Anatomie gegründet. Dorpat 1819.

von Individuen auf niedrigeren Sprossen entstanden seien. So verwandelte sich der „bildliche Vergleich“ des von Linné aufgestellten Systemes mit einer Stufenleiter in die Idee einer Umbildungsfolge, eines geschichtlichen Vorganges: Die Tierarten erschienen gleich periodischen Etappen einer Reihe von Generationen, welche sich aus einer niederen Grundform zu höherer Stufe vervollkommnen.

Aber der Annahme, dass eine solche Umbildung der Tierwelt wirklich stattgehabt habe, steht die Thatsache gegenüber, dass die Gestalt jeder Tierart und ihre Ausrüstung mit besonderen Organen in einem festen unverrückbaren Verhältnisse steht zu dem Platze, welchen sie in der Natur einnimmt und zu seiner Lebensthätigkeit, gleich als wäre jedes Tier auf eine ganz bestimmte Lebensweise berechnet und kraft seiner Organisation gezwungen, an dem Orte und in dem Klima zu leben, wo man es findet. Der Maulwurf mit seinem walzigen Körper, ohne abgesetzten Hals, mit kleinem Kopfe, spitzer Schnauze, winzigen Augen und Ohren, sehr kurzen Beinen, von denen die vorderen als kräftige Grabpfoten dienen, kann nicht auf der Oberfläche der Erde leben. Die Eigenart seiner Beine hindert ihn, ordentlich zu gehen, geschweige denn zu klettern und zu springen, aber in seinen unterirdischen Gängen ist er als Jäger und Gräber ebenso gut am Platze, wie der Steinbock mit den gelenkigen Hufen und den sprunggewandten, muskelkräftigen Beinen die schroffsten Gebirge besteigt. Doch die Beispiele liegen zu nahe, um weiterer Ausführung zu bedürfen [1]).

Die theoretische Spekulation vermochte auch dieses Hindernis ihrer phantastischen Kombinationen zu umgehen. Man kann nämlich die Organisation und die Lebensbedingungen eines Tieres in ein scheinbares Verhältnis von Ursache und Wirkung setzen und erklären:

A. Weil der Maulwurf einen walzigen Körper, Grabpfoten etc. besitzt, ist er auf unterirdische Lebensweise angewiesen. Mit anderen Worten: die Gestalt des Körpers oder seiner Teile bestimmt die Gewohnheiten und Lebensweise des Tieres.

B. Soll ein Tier unterirdische Gänge wühlen und darinnen seine Nahrung suchen, so muss sein Körper walzenförmig sein und die Pfoten müssen zum Graben geschickt sein. Mit anderen Worten: die Gewohnheiten, die Lebensweise und alle anderen äusseren Verhältnisse führen die Gestalt des Körpers und seiner Organe herbei.

Beide Thesen sind — soferne man sie nicht als eine bequeme stilistische Fassung zur Darstellung mehrerer Thatsachen betrachtet — falsch, weil der anatomische Bau eines Tieres, sein Aufenthalt und seine Lebensweise Thatsachen sind, die zugleich beobachtet werden, ohne dass man berechtigt wäre, der einen ein grösseres Gewicht als der anderen beizumessen, noch weniger

1) Vergl. Allgem. Teil pag. 165—181.

sie in ein kausales Verhältnis zu setzen. Da jeder, dem die Aufgabe obliegt, Schilderungen des tierischen Lebens zu entwerfen, sich zu allen Zeiten einer ähnlichen Fassung der Thatsachen bedient, so wurden viele zu der Meinung verleitet, *sie sprächen damit wirklich ein kausales Verhältnis aus.* Es entstand der Streit, welche Version die richtige sei. Natürlich müssen alle Anhänger der Umbildungstheorie die Version A verwerfen, weil damit jede Möglichkeit einer Veränderung der Tiere ausgeschlossen wird. Hingegen erlaubt die Version B eine Vorstellung von der Art und Weise zu gewinnen, wie sich eine Tierform in eine andere allmählich umgewandelt habe. Man braucht nur einseitig anzunehmen, dass die Eigenschaften der Umgebung den Bau eines Tieres gebieterisch gefordert hätten, dann sind der Kombination sofort die Wege geebnet. Jean Lamark (1744—1829) hat diesen Gedanken aufgegriffen und der scheinbaren Begründung desselben seine Arbeitskraft geweiht. Er war der Meinung: „die äusseren Verhältnisse wirken auf die allgemeine Gestalt, den Bau der Organismen und den Zustand ihrer Teile ein. Das werde sehr deutlich, wenn man gewisse Organismen in ganz neue und von den früheren sehr verschiedene Verhältnisse bringe, z. B. alle Haustiere und Kulturpflanzen, die sich so wesentlich von den wilden Stammformen unterschieden und wenn man ferner die Unterschiede der Körperbildung zwischen den Individuen einer domestizierten Art betrachte, welche man zu verschiedenen Gewohnheiten gezwungen hat. Der Einfluss der äusseren Verhältnisse wirke zu jeder Zeit und überall auf den Organismus; jedoch die Wahrnehmung desselben werde dadurch erschwert, dass seine Wirkung erst nach Verlauf langer Zeit fühlbar oder merklich werde. Die Veränderung der äusseren Verhältnisse führe eine langsame Veränderung in den Bedürfnissen der Tiere herbei und diese ziehen wieder notwendigerweise solche in den Thätigkeiten nach sich. Wird das neue Bedürfnis bleibend oder währt es lange, so nehmen die Tiere neue Gewohnheiten an. Neue Gewohnheiten werden dann den häufigeren Gebrauch eines Organes vor einem anderen ergeben. Wie alle Erfahrung lehrt, vermehrt der häufige durch die Gewohnheiten konstant gewordene Gebrauch eines Organes dessen Fähigkeiten, entwickelt dasselbe und lässt es Dimensionen und eine Thatkräftigkeit erlangen, welche es bei den Tieren, die es weniger üben, nicht hat. Ja ein neues Bedürfnis kann, indem es neue Thätigkeiten zu seiner Befriedigung nötig macht, sogar neue Organe (durch Anstrengungen des inneren Gefühles der Tiere) ins Dasein rufen. In gewissen Fällen hingegen wird eine neue Gewohnheit den vollständigen Nichtgebrauch eines Organes ergeben, das dadurch allmählich schwächer wird, verschlechtert, seine Fähigkeiten fortschreitend vermindert und endlich verschwindet. Alles, was die Tiere durch den Einfluss der Verhältnisse, denen sie während langer Zeit ausgesetzt sind und folglich durch den Einfluss des vorherrschenden Gebrauches oder konstanten Nichtgebrauches eines Organes erwerben oder verlieren, wird durch die Fortpflanzung auf die Nachkommen vererbt, vorausgesetzt, dass die erworbenen Veränderungen beiden Geschlechtern oder denen,

welche diese Nachkommen hervorgebracht haben, gemeinsam seien. Diese Veränderung pflanzt sich weiter fort und geht so auf alle einander folgenden Nachkommen über, die sich in den gleichen Verhältnissen befinden, ohne dass sie dieselbe auf dem Wege, auf dem sie wirklich gebildet worden ist, erwerben müssten." Lamark[1]) erläuterte seinen Gedankengang durch folgende Beispiele: *Der Vogel, den das Bedürfnis auf das Wasser zieht, um hier seinen Lebensunterhalt zu suchen, spreizt die Zehen seiner Füsse auseinander, wenn er das Wasser schlagen und an dessen Oberfläche schwimmen will. Die Haut, welche diese Zehen an ihrer Basis verbindet, nimmt durch dieses unaufhörlich wiederholte Ausspreizen der Zehen die Gewohnheit an, sich auszudehnen. So sind mit der Zeit die breiten Schwimmhäute, welche gegenwärtig die Zehen der Enten und Gänse u. s. w. verbinden, entstanden. Dieselben Anstrengungen, um zu schwimmen, d. h. um das Wasser zu stossen, um in dieser Flüssigkeit vorwärts zu kommen und sich darin zu bewegen, haben ebenfalls die Häute, welche zwischen den Zehen der Frösche, der Meerschildkröten, der Fischotter, des Bibers u. s. w sind, ausgebreitet. Der Vogel, den seine Lebensweise im Gegenteil gewöhnt, sich auf die Bäume zu setzen und der von Individuen abstammt, die alle diese Gewohnheit angenommen hatten, besitzt notwendigerweise längere und anders gebaute Zehen an den Füssen, als die eben angeführten Wassertiere. Seine Krallen haben sich mit der Zeit verlängert, zugespitzt und hakenförmig gekrümmt, um die Zweige zu umfassen, auf denen das Tier so oft ausruht. Man sieht ferner ein, dass der Strandvogel, der nicht gerne schwimmt, der sich indessen dem Ufer des Wassers nähern muss, um dort seine Beute zu finden, beständig im Schlamme stehen muss. Dieser Vogel nun, der verhindern will, dass sein Körper in das Wasser taucht, macht alle Anstrengungen, um seine Beine auszudehnen und zu verlängern. Es ergiebt sich daraus, dass die lange immerwährende Gewohnheit, die Beine auszudehnen und zu verlängern, welche dieser Vogel und alle anderen seiner Rasse annehmen, bewirkt, dass die Individuen dieser Rasse wie auf Stelzen stehen, weil sie lange nackte, d. h. bis zu den Oberschenkeln oder darüber hinaus entblösste Beine erlangt haben. Man sieht ferner ein, dass der nämliche Vogel, der fischen will, ohne seinen Körper zu benetzen, genötigt ist, beständige Anstrengungen zu machen, um seinen Hals zu verlängern. Die Folgen dieser gewohnheitsmässigen Anstrengungen nun haben mit der Zeit den Hals dieses Individuums und aller andern seiner Rasse ausserordentlich verlängern müssen, was in der That durch den langen Hals aller Strandvögel bestätigt wird.* Lamark's Zeitgenosse Etienne Geoffroy St. Hilaire pflichtete diesen Ideen bei und suchte ebenfalls die Ver-

[1]) J. Lamark, Zoologische Philosophie. Übersetzt von A. Lang. Jena 1876 S. 128.

änderlichkeit der Tierarten durch beständige Veränderung der Aussenwelt zu beweisen.[1])

Andere Forscher glaubten in der Umbildung des Individuums während seiner Lebensdauer anscheinende Beweise für die Umwandlung niederer Formen in höher organisierte Lebewesen zu finden. Denn rastlose Vorgänge von kolossaler morphogenetischer Gewalt heben an der befruchteten Eizelle an und führen in unablässigem Flusse den geschlechtsreifen Zustand des Tieres herbei. Das eingehende Studium derselben liess anfänglich den tierischen Körper als ein Objekt scheinbar unbegrenzter Bildungsfähigkeit und Verwandlungskraft sich darstellen. Wie den frommen Forschern des 17. Jahrhunderts die Metamorphose der ruhenden Puppe in den leichtbeschwingten Falter eine direkte Parallele für die Auferstehung der erlösten Menschheit zur Herrlichkeit des himmlischen Paradieses dünkte, so deuteten die Embryologen zu Beginn des Jahrhunderts die Eientwickelung der Tiere als eine Verwandlung niederer Stufen in höhere und verglichen das Ei- und Larvenleben einem *beweglichen Gemälde der vollendeten Organisation des Tierreiches* (Kielmeyer). Nach einer ausführlichen Besprechung der Wunder der Metamorphose fragt z. B. Spix[2]), ob die Metamorphose nicht bloss das Gesetz des Individuums, sondern ein Gesetz der ganzen Natur sei. Vielleicht müsse jedes höhere Tier alle Organisationsstufen der unter ihm stehenden durchlaufen: „*Nicht blosse Versinnlichung ist es, dass man in den Schriften über Entbindungskunst an dem menschlichen Embryo einen Zustand unterscheidet, wo er noch gestaltlos gleichsam als Infusorium wie ein Punkt mit flockigen Häuten umgeben ist — einen anderen, wo er wie ein Bienenwürmchen in der Zelle gekrümmt daliegt, — einen anderen, wo jetzt mit zunehmendem Elemente des Wassers die Extremitäten sichtbarer heranwachsen und der Embryo selbst wie der Fisch im Wasser Bewegungen macht — endlich wo das Element des Wassers sich allmählich verringert und der mit allen Gliedern versehene und wohl proportionierte Fötus aus der Gebärmutter an die Luft heraustritt, und hierauf nach vielen Häutungen als zeugungsfähiger Jüngling und Mann, als fruchtbares Mädchen und Weib in aufrechter Stellung einhergeht. Wahrhaft! mit Recht könnte man den Aussprüchen eines Harvey und Redi auch noch diesen hinzufügen: „Omne animal seu creatura per metamorphosin; quo perfectius illud seu illa, eo plures citiores ac invisibiliores hae.*“ Andere sprachen es mit grösserer

[1]) Ähnliche Ideen hatte schon Demaillet 1748 ausgesprochen. Die Erde wäre seiner Meinung nach Jahrtausende lang mit Wasser bedeckt und alle Tiere damals Seetiere gewesen, ja der Mensch selbst wäre anfangs ein Fisch gewesen. Später sei das Wasser nach und nach zurückgetreten und seien allmählich die Landtiere entstanden.

[2]) J. Spix, Geschichte und Beurteilung aller Systeme in der Zoologie nach ihrer Entwickelungsfolge von Aristoteles bis auf die gegenwärtige Zeit. Nürnberg 1811.

Bestimmtheit aus, dass die Entwickelung der einzelnen Tiere nach den gleichen Gesetzen erfolgt, wie die der ganzen Tierreihe, und dass das höher organisierte Tier in seiner individuellen Ausbildung die unter ihm stehenden bleibenden Stufen durchlaufe, so dass die periodischen Veränderungen des Individuums sich auf Verschiedenheiten der niederen Tierformen zurückführen lassen. „Einige Verteidiger[1]) dieser Meinung wurden so eifrig, dass sie nicht mehr von Ähnlichkeit, sondern von völliger Gleichheit der Entwicklungsstufen sprachen, und thaten, als ob die Übereinstimmung überall und in jeder Einzelheit nachgewiesen wäre. Man lernte allmählich die verschiedenen Tierformen als auseinander entwickelt sich denken — und schien dann, von einigen Seiten wenigstens, vergessen zu wollen, dass diese Metamorphose nur eine Vorstellungsart sei." Als die Zusammensetzung des tierischen Körpers aus Zellen durch Schwan und Schleiden 1838 nachgewiesen war, griffen die Anhänger der Umwandlungstheorie diese unerwartete, das ganze Tierreich umfassende Übereinstimmung sofort als schlagenden Beweis für ihre Meinung auf und übersahen vollständig, dass damit ja nur eine neue allen Tieren zukommende Eigenschaft gleich derjenigen der Nahrungsaufnahme, Bewegung, Atmung, Fortpflanzung u. s. w. bekannt worden war.

Gegenüber solchen phantasievoll ausgemalten Schöpfungsbildern verhielten sich viele anatomische Spezialforscher teilnahmslos und ablehnend, weil ihre Kenntnisse sie die dem exakten Beweise der Umbildungshypothese entgegenstehenden Schwierigkeiten deutlich fühlen liessen. Seit Cuvier[2]) darauf aufmerksam gemacht hatte, dass in der Tierwelt eine Stilverschiedenheit des Bauplanes herrsche und zuerst vier Hauptformationen des Körperbaues kennen gelehrt hatte, nach denen die verschiedenen Tiere modelliert erscheinen, und ferner nachgewiesen hatte, dass die Unterabteilungen einer solchen stilistischen Gruppe Tierformen umfassen, bei welchen nur leichte Modifikationen oder verschiedengradige Ausbildung einzelner Körperteile auftreten, ohne das Wesentliche des Grundplanes zu stören, erwies sich der Gedanke an die einfache Stufenleiter der Tiere als unhaltbar. K. E. von Baer führte bald Cuvier's Ansichten noch genauer aus und seit jener Zeit hat die fortschreitende Forschung nicht bloss eine viel grössere Zahl von stilistischen Typen des tierischen Körperbaues, sondern auch ihre tief greifenden Unterschiede klar dargelegt. Die genaue Kenntnis der im speziellen Teile dieses Buches geschilderten 16 Stiltypen führt heute noch eindringlicher als zu Beginn des Jahrhunderts die Unmöglichkeit vor Augen, sich irgend eine annehmbare Vorstellung vom Übergange eines Typus in einen anderen zu bilden. Deshalb ist dem scharfen Widerspruche nur beizupflichten, welchen Cuvier gegen die Phantasiegebilde seiner französischen

1) So urteilt K. E. v. Baer, Über Entwickelungsgeschichte der Tiere. Beobachtung undReflexion. Königsberg 1828. I. Teil. S. 200 über jene Vorstellung.

2) Allgem. Teil, pag. 69—74.

Kollegen Lamark und Etienne Geoffroy St. Hilaire erhob[1]). Die Natur hat nicht durch Vervollkommnung oder Abänderung eines einzelnen Urbildes das gesamte Tierreich geschaffen, sondern mehrere von einander sehr abweichende Organisationstypen gebildet. Sie ist weder durch Vervollkommnung des Stilplanes einer Meduse zur Bildung eines Seeigels, noch durch Entwickelung eines Gliederwurmes zu einem Wirbeltier gekommen.

K. E. von Baer's hervorragendes Verdienst war es dann durch bahnbrechende entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen dem Wahne, *dass die höheren Tiere bei ihrer individuellen Entwickelung die bleibenden Formen der niederen Tiere durchlaufen sollten*, seine scheinbaren embryologischen Beweisgründe zu zerschmettern. Überzeugend hat er zuerst nachgewiesen und von den folgenden Generationen wurde es bestätigt, dass bei der Eientwickelung der Embryo nicht aus einem Typus in den anderen übergeht, sondern immer in den Formgrenzen des Stilplanes bleibt, nach welchem die Eltern gebildet waren; ferner, dass in der Entwickelung verschiedener Tierarten, welche ein und derselben stilistischen Gruppe zugehören, sich zuerst die morphologische Eigenart des Grundtypus geltend macht, während viel später die spezifischen Modifikationen desselben, welche für die verschiedenen Untergruppen charakteristisch sind, auftreten.

Da also die anatomischen und embryologischen Thatsachen in keiner Hinsicht als Beweismittel für die stufenweise Umbildung der Tiere angeführt werden konnten, fiel im Denken derjenigen Forscher, welche durch eigene Arbeit sich mit jenen Verhältnissen vertraut gemacht hatten, die märchenhafte Lehre in nichts zusammen. Trotzdem wurde sie nicht aus der wissenschaftlichen Diskussion verbannt, denn längst gefühlte Übelstände der zoologischen Systematik führten ihr immer neue Anhänger zu und im Beginn der sechziger Jahre dieses Jahrhunderts fand sie durch deren geschickte Propaganda ein weit über die Grenzen der Fachwissenschaft hinausreichendes Ansehen.

Schon im vorigen Jahrhunderte waren nämlich Schwierigkeiten aufgefallen, welche der sicheren Begrenzung des Umfangs der systematischen Arten entgegen-

1) K. E. v. Bär (l. c. Anm. S. 200), hat die Lamark'schen Ansichten in feiner Weise parodiert: „Ein Fisch, der ans Land schwimmt, möchte dort gern spazieren gehen, wozu er seine Flossen nicht gebrauchen kann. Sie verschrumpfen in der Breite aus Mangel an Übung und wachsen dagegen in die Länge. Das geht über auf Kinder und Enkel einige Jahrtausende hindurch, da ist es dann kein Wunder, dass aus den Flossen zuletzt „Füsse" werden. Noch natürlicher ist es, dass der Fisch auf der Wiese, da er kein Wasser (zum Atmen) findet, nach Luft schnappt. Dadurch treibt er endlich in einer ebenso langen Frist Lungen hervor, wozu nur erfordert wird, dass einige Generationen sich unterdessen ohne Atmung behelfen. — Der lange Hals der Reiher rührt daher, dass ihre Stammeltern diesen Teil oft ausstreckten, um Fische zu fangen. Die Jungen bekamen nun schon etwas ausgezogene Hälse mit auf die Welt und kultivierten dieselbe Unart, die ihren Nachkommen noch längere Hälse gab, woraus denn zu hoffen ist, dass, wenn die Erde nur recht alt wird, der Hals der Reiher gar nicht mehr zu messen sein werde."

standen. Linné hatte mit lapidarer Kürze die Regel ausgesprochen: „Cognitione specierum innititur omnis solida eruditio“ und dadurch seine Nachfolger auf die sorgfältige Feststellung der Artmerkmale als die wichtigste und durchaus unentbehrlichste Voraussetzung für den weiteren Ausbau des Systemes hingewiesen. Allein die Schüler, welche von Bewunderung für Linné's Reform erfüllt waren, aber seines genialen Scharfblickes entbehrten, gerieten bald wegen der Artbegrenzung in Verlegenheit, seit die zoologischen Sammlungen reichhaltiger wurden und zahlreiche Sendboten die tierische Bewohnerschaft fremder Länder genauer erforschten. Oft entstand die Frage, ob Individuen, deren Merkmale nicht vollständig mit einer früher festgesetzten Diagnose übereinstimmten, oder Individuen, welche einer bekannten Art nahe verwandt schienen, aber an einer von dem bereits bekannten Fundorte geographisch weit entfernten Stelle lebten, der schon bestehenden oder einer neu aufzustellenden Art einzureihen seien. Da die Entscheidung derartiger Fragen mehr von der Sinnesart der Richter als vom Gewichte der Thatsachen abhängt, machte sich bald eine lebhafte Meinungsverschiedenheit über den Umfang verschiedener Artbegriffe geltend. Die jedem Sammler geläufige Beobachtung, dass gewisse diagnostische Merkmale in den meisten Fällen vorhanden sind, verführte viele Systematiker zu der Ansicht, *dieselben seien absolut unveränderlich*. Daraus entwickelte sich die unsinnige *„Lehre von der Unveränderlichkeit der Tierarten überhaupt — Konstanz der Species“*, wobei man des Charakters der Species als einer vom menschlichen Geiste gebildeten Gruppe gänzlich vergass. Als man sich aber der in der freien Natur herrschenden Verschiedenheit[1]) unter den einer Tierart zugehörigen Individuen nicht mehr verschliessen konnte, trug man derselben durch die Lehre von den guten und schlechten Species Rechnung: Gute Species sind solche, deren Individuen sich an bestimmten Merkmalen sicher erkennen lassen, schlechte Species solche, deren Individuen eine hochgradige Verschiedenheit der systematischen Merkmale zeigen.

Die praktische Erfahrung verwickelte den engen Schematismus dieser theoretischen Lehrsätze fortwährend in schwere Widersprüche, weil die Sammlungen allmählich eine grössere Individuenzahl der gleichen Art vereinigten und die manchmal sehr beträchtlichen Unterschiede individueller Eigenart jedem guten Beobachter offenbarten. Jedoch die Systematiker schworen so unerschütterlich auf die *Unveränderlichkeit der Species*, dass sie, dem Widerspruche der Natur ihr Auge verschliessend, eher bereit waren, auf Grund geringfügiger Unterschiede neue Arten und Unterarten aufzustellen, als zwei einigermassen differierende Formen mit demselben gemeinschaftlichen Speciesnamen zu belegen. Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass diese Systematiker Linné's Gedanken schlecht interpretierten; denn dessen tabellarische Übersicht der systematischen Gruppen mit der zur Erläuterung beigefügten

1) Vergl. Allgem. Teil pag. 145, 146.

Heeresgliederung[1]) zeigt unzweifelhaft, dass er die Notwendigkeit voll begriffen hatte, bei der Bildung von Artbegriffen bis zu einem gewissen Grade über die individuellen Unterschiede hinweg zu sehen. Aber die engherzige Auffassung seiner Nachfolger blieb lange Zeit in Wort und Schrift herrschend, weil ihre Vertreter die Stellen an den Schulen und Sammlungen inne hatten.

So schlich sich wiederum eine grosse Unsicherheit in die systematische Arbeit ein. Die allzu pedantische Festsetzung der engen Speciesgrenzen rief häufigeren Wiederspruch hervor, je eingehender an einem reichlicheren Fundmateriale die Untersuchung der Artindividuen von Männern betrieben wurde, deren Urteil nicht durch sklavische Hingebung an die falsch verstandene Autorität Linné's getrübt war. Um ihre Auffassung an einem älteren Beispiele zu charakterisieren, sei ein Ausschnitt aus dem Werke Lamark's hier eingeflochten: „Wir wollen untersuchen, ob es wahr ist, dass die Arten eine absolute Konstanz besitzen, dass sie so alt sind wie die Natur, und dass sie alle so existiert haben, wie wir sie noch heute beobachten. Man hat Art jede Gruppe von Individuen genannt, welche von anderen ihnen ähnlichen Individuen hervorgebracht werden. Diese Definition ist genau, denn jeder Organismus gleicht immer beinahe vollständig seinem oder seinen Erzeugern. Man verbindet aber mit dieser Definition die Vorstellung, dass die zu einer Art gehörenden Individuen in ihren spezifischen Charakteren niemals abändern, und dass folglich die Art eine absolute Konstanz in der Natur besitzt. Diese Annahme wurde zu einer Zeit aufgestellt, wo man noch nicht genügend beobachtet hatte, und wo die Naturwissenschaften beinahe noch nicht vorhanden waren. Sie wird täglich vor den Augen derjenigen widerlegt, die viel gesehen, die Natur lange studiert und mit Erfolg die reichen Sammlungen unserer Museen zu Rate gezogen haben. Alle diese wissen, in welcher Verlegenheit die Naturforscher sind, wenn sie die Gegenstände feststellen sollen, die man als Arten zu betrachten hat. Viele von ihnen geben die abgeänderten Individuen der Arten als Rassen, andere die in verschiedenen Ländern beobachteten Individuen als Varietäten, andere als Arten aus; deshalb wird die Bestimmung der Arten täglich mangelhafter, verwirrter und verworrener. Je mehr Naturerzeugnisse gesammelt, und je reichhaltiger unsere Sammlungen werden, umsomehr sehen wir, wie beinahe alle Lücken sich ausfüllen und unsere Scheidelinien sich verwischen. Wir müssen also zu einer willkürlichen Bestimmung Zuflucht nehmen und werden genötigt, bald die geringfügigsten Unterschiede der Varietäten zu benützen, um daraus den Charakter einer Art zu bilden, bald das, was andere für eine besondere Art halten, für die blosse Varietät einer solchen zu erklären. Ich wiederhole es, je reichhaltiger unsere Sammlungen werden, umsomehr Beweise erhalten wir, dass es überall mehr oder weniger Abstufungen giebt, dass die Hauptunterschiede verschwinden und dass die Natur uns sehr oft, wenn wir

[1]) Vergl. Allgem. Teil pag. 8.

scheidende Merkmale aufstellen wollen, nur kleinliche und unwesentliche Eigentümlichkeiten zur Verfügung stellt. Wie viele Gattungen im Tier- und Pflanzenreiche haben wegen der Menge der Arten, die sie enthalten, einen so grossen Umfang, dass das Studium und die Bestimmung dieser Arten jetzt unausführbar ist! Die in Reihen angeordneten und nach den Beziehungen zusammengestellten Arten dieser Gattungen unterscheiden sich von den ihnen nächststehenden so wenig, dass alle Abstufungen vorhanden sind und dass diese Arten gewissermassen in einander übergehen. Es wird so beinahe „unmöglich" mit Worten diese geringfügigen Unterschiede zu bezeichnen."

Diese Ansicht wurde in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts von einer immer zunehmenden Zahl von Forschern geteilt und in der mannigfaltigsten Weise begründet, dass als Gesamtresultat der neueren systematischen Forschung die Anschauung verbreitet wurde: die Arten seien nicht so strenge umschrieben, wie die ältere Schule annehmen zu müssen glaubte, sie seien vielmehr veränderliche Grössen. Dadurch war von neuem die Möglichkeit nahegelegt, über die Entstehung und Umbildung der Arten nachzugrübeln. Wegen des Widerspruchs der anatomischen Thatsachen konnte jedoch der Gedanke einer einfachen Stufenleiter nicht mehr festgehalten werden. Die Stiltypen des tierischen Baues zwangen die Theoretiker, verschiedene Richtungen in der Entwickelung der Lebewelt anzunehmen und dadurch ging der tropische Vergleich des systematischen Gebäudes mit einer Stufenleiter allmählich über in die Vorstellung, die verschiedenen Bautypen verhielten sich zu einander wie die Zweige eines Baumes. Man hielt sich demnach für berechtigt, den Stammbaum der Tierwelt aufzusuchen und nannte die durch diese neue Betrachtungsweise gewonnenen hypothetischen Ansichten: die Stammesgeschichte — Phylogenie. Der neue bildliche Vergleich ist noch packender als der frühere und muss, wenn er mit Begeisterung und poetischem Schwunge vorgetragen wird, allgemein gefallen. Zum Beweise führe ich Darwins[1]) Darstellung an, der durch den Vortrag dieses bereits mehrfach vor seiner Zeit ausgesprochenen Bildes den grössten Beifall errang: „*Die Verwandtschaften aller Wesen einer Klasse sind manchmal in Form eines grossen Baumes dargestellt worden. Ich glaube, dieses Bild entspricht sehr der Wahrheit. Die grünen und knospenden Zweige stellen die jetzigen Arten und die in jedem vorangehenden Jahre entstandenen die lange Aufeinanderfolge erloschener Arten dar. In jeder Wachstumsperiode haben alle wachsenden Zweige nach allen Seiten hinauszutreiben und die umgebenden Äste zu überwachsen und zu unterdrücken gestrebt. Die grossen in Zweige geteilten Äste waren zur Zeit, wo der Stamm noch jung war, selbst knospende Zweige gewesen. Von den vielen Zweigen,*

[1]) Ch. Darwin, On the origin of species by means of natural selection. 1859

welche munter gediehen, als der Baum noch ein blosser Busch war, leben nur noch zwei oder drei, die jetzt als mächtige Äste alle anderen Verzweigungen abgeben und so haben von den Arten, welche in längst vergangenen Zeiten lebten, nur sehr wenige noch lebende und abgeänderte Nachkommen. Von der ersten Entwickelung eines Baumes an ist mancher Ast und mancher Zweig verdorrt und verschwunden und diese verlorenen Äste von verschiedener Grösse mögen jene ganzen Ordnungen, Familien und Gattungen vorstellen, welche, nur im fossilen Zustande bekannt, keine lebenden Vertreter mehr haben. Wie wir hier und da einen vereinzelten dünnen Zweig aus einer Gabelteilung tief unten am Stamme hervorkommen sehen, welcher durch Zufall begünstigt an seiner Spitze noch fortlebt, so sehen wir zuweilen ein Tier wie das Schnabeltier, das durch seine Verwandtschaften gewissermassen zwei grosse Zweige der belebten Welt mit einander verbindet. Wie Knospen durch Wachstum neue Knospen hervorbringen und wie auch diese wieder, wenn sie kräftig sind, nach allen Seiten ausragen und viele schwächere Zweige überwachsen, so ist es, wie ich glaube, durch Zeugung mit dem grossen Baume des Lebens ergangen, der mit seinen toten und gebrochenen Ästen die Erdrinde erfüllt und mit seinen herrlichen und sich noch immer weiter teilenden Verzweigungen ihre Oberfläche bekleidet."

Wie am Beginne des Jahrhunderts übte dieses Bild bestrickenden Zauber auf die Forscher während der letzten dreissig Jahre aus und schläferte das kritische Vermögen ihres Denkens ein. So verschieden auch immer die individuelle Färbung und Begründung der symbolischen Hypothese erscheint, fast keiner der damals jungen Forscher konnte sich ihrem Einflusse entziehen. Diese allgemeine Stimmung der Zeitgenossen vollkommen teilend machte sich der Engländer Charles Darwin, der auf der Weltumsegelung an Bord des Beagle ein reiches Thatsachenmaterial klaren Blickes beobachtet hatte, an das Werk und versuchte nicht bloss mit negativen Gründen die Konstanz der Species zu bekämpfen, sondern direkt den Umbildungsprozess der Arten zu demonstrieren. Er dachte, wenn eine Entwickelung aus einfacheren Formen zu höher organisierten stattgefunden hat und zwar in so vielen Fällen, wie sie die Zahl der recenten Species anzunehmen zwingt, so muss dieser Prozess auch heute noch in seinen Grundzügen erkennbar sein. Er kann nicht im 19. Jahrhundert vollständig ruhen, ebensowenig als es wahrscheinlich ist, dass er während der paar Jahrtausende menschlicher Geschichte ganz stille gestanden ist, sondern er muss unter unseren Augen vor sich gehen und neue Formen erzeugen, die früher nicht existirten. Diese Behauptung ist eine ganz einfache Konsequenz der Hypothese, dass die Arten von einander stammen mit Berücksichtigung des Grundprinzipes aller Naturforschung, dass ein Prozess, welchen man heute beobachtet, unter den gleichen Bedingungen vor undenklicher Vergangenheit erfolgte und in später Zukunft in derselben Weise sich abspielen wird. Darwins Darlegungen überragten ferner alle anderen Ab-

handlungen der Descendenzfreunde durch die scharfe und konsequente Berücksichtigung der Erfahrung, dass die Natur im allgemeinen kleine Wirkungen anregt, aber durch deren Häufung gewaltige Vorgänge hervorzaubert: Nur einzelne Regentropfen fallen auf das harte Gestein der Felsenberge, doch sie nagen an dem Reliefe derselben und verändern es in verhältnismässig kurzer Zeit. So wechseln Berge wie Thäler, die Flächen der Länder und die Meeresküsten fortwährend ihre Gestalt. Das einzelne Insekt verzehrt täglich verschwindend kleine Mengen pflanzlicher Kost, aber der gleichzeitige Verbrauch dieses winzigen Gewichtes durch eine enorme Zahl von Individuen zerstört in wenig Tagen die Ernte ganzer Provinzen. Deshalb darf man die Veränderung der tierischen Arten nicht als einen rasch verlaufenden Prozess betrachten, wie er sich im Märchen allein zuträgt, sondern als das Resultat winziger und langsam sich abspielender Vorgänge, welches nur deshalb auffallend erscheint, weil der menschliche Geist viel früher auf den Schlusseffekt aufmerksam wird, als er die vorbereitenden Erscheinungen und ihre folgerichtige Verknüpfung zur mächtigen Endwirkung begreifen lernte.

Da Darwin die Einzelheiten der Umbildung genau verfolgen wollte, wandte er sein Hauptaugenmerk von den wild lebenden Arten ganz ab, weil dieselben, leicht der stetigen Beobachtung sich entziehend, nur unter günstigen Umständen in grösserer Individuenzahl sich darbieten, und begann dafür das Studium der Haustiere, welche leicht und zu jeder Stunde kontrolliert werden können und dadurch die Detailforschung über ihre intimsten Eigenschaften ermöglichen. Die genauere Beobachtung derselben hatte zudem schon längst bei den Zoologen die Erkenntnis gefestet, dass die Individuen der domestizierten Arten im allgemeinen mehr von einander abweichen als die Individuen irgend einer Art oder Varietät im Naturzustande. Sowie Darwin einmal auf diesem Gebiete Beobachtungen zu sammeln begonnen hatte, wurde er bei dem Mangel von grösseren Vorarbeiten in den Stand gesetzt, den Fachgenossen eine unerwartete Fülle von Einzelthatsachen bekannt zu geben, welche die Verschiedenheiten der Haustierindividuen — die Variabilität der domestizierten Arten erhärteten.

Als wäre die Thatsache noch niemals beobachtet worden, dass die Individuen einer tierischen Art ebensowenig, einander identisch oder kongruent sind, wie ein Blatt eines Baumes einem anderen desselben Stammes gleicht, hat Darwins Besprechung der individuellen Variation bei den Haustieren seine Zeitgenossen in eine heute kaum verständliche Aufregung versetzt und sie von der Richtigkeit seiner Schlussfolgerung überzeugt, dass die Arten in ständigem Flusse morphologischer Umbildung begriffen seien. Sie pflichteten einem schweren logischen Fehler der Darwinschen Überlegungen bei. Denn in ihrem Denken verkehrte sich die einfache Thatsache, dass verschieden beeigenschaftete Individuen irgend einer Art gleichzeitig neben einander leben und dass dieses Verhältnis auch

in den einander folgenden Generationen bestehen bleibt, in die Vorstellung, dass *ein Variationsvorgang, eine unaufhaltsam fortschreitende Veränderung stattfinde, welche eine* (doch nur hypothetisch annehmbare) *Grundform mannigfach beeinflusst.*

Die individuellen Unterschiede derselben glaubte Darwin gleich Lamark und Geoffroy St. Hilaire durch Veränderung der Lebensbedingungen hervorgerufen: „Erwägen wir die grosse Mannigfaltigkeit der Kulturpflanzen und Kulturtiere, welche zu allen Zeiten unter den verschiedensten Klimaten und Behandlungsweisen abgeändert haben, so werden wir zu dem Schlusse gedrängt, dass diese grosse Veränderlichkeit unserer Kulturerzeugnisse die Wirkung von weniger einförmigen und von denen der natürlichen Stammformen etwas abweichenden Lebensbedingungen ist, wobei auch der Überfluss an Nahrung eine Rolle spielen mag. Es scheint ferner klar, dass die organischen Wesen einige Generationen hindurch den neuen Lebensbedingungen ausgesetzt sein müssen, ehe ein merkliches Mass von Veränderung in ihnen hervortreten kann und dass, wenn ihre Organisation einmal abzuändern begonnen hat, sie gewöhnlich durch viele Generationen abzuändern fortfährt. Seit unendlich langer Zeit hat der Mensch in allen Teilen der Welt viele Tiere und Pflanzen der Kultur unterworfen. Es steht nicht in seiner Gewalt, die absoluten Bedingungen des Lebens zu verändern, er kann das Klima eines Landes nicht ändern, er fügt dem Boden keine neuen Elemente zu, er kann aber ein Tier oder eine Pflanze aus einem Klima in ein anderes versetzen und ihnen eine Nahrung geben, von welcher sie in ihrem Naturzustande nicht lebten. So setzt er unabsichtlich seine Tiere und Pflanzen verschiedenen Lebensbedingungen aus und die den organischen Wesen inhärente Neigung zu variieren erscheint, ohne dass er es aufhalten kann. Man kann daher sagen, dass der Mensch Experimente in riesigem Massstabe versucht hat, welche auch die Natur während des langen Verlaufes der Zeit unablässig gemacht hat.“

Darwin studierte die Varietäten der verbreitetsten Haustiere, verglich alle Rassen derselben, die er aus nahen und entfernten Gegenden der Welt erhalten konnte und sah sich durch die Menge der übereinstimmenden anatomischen Eigenschaften, welche er an Rassen von ganz absonderlichem äusseren Habitus feststellte, in seiner „Überzeugung“ bestärkt, dass alle Rassen von einer oder wenigen Urformen abstammen. Das Resultat seiner phylogenetischen Studien an den Haustieren war also nicht der schlagende Nachweis der Abstammung von einer Urform, sondern nur die Bekräftigung seiner Meinung, dass „es sich so verhalten müsse.“ Die Frage, wie die domestizierten Rassen schrittweise von einer oder von mehreren nahe verwandten Arten erzeugt worden sind, beantwortete Darwin durch folgende Überlegung: „Wir nehmen an unseren domestizierten Rassen als eine sehr merkwürdige Eigentümlichkeit wahr, dass manche Eigenschaften derselben nicht dem eigenen Vorteile des Tieres, sondern dem Nutzen und der Liebhaberei des Menschen dienen. Wir können nicht annehmen, dass alle Varietäten auf einmal so vollkommen

und so nutzbar entstanden seien, wie wir sie jetzt vor uns sehen, und kennen in der That die Geschichte mancher Rassen genau genug, um zu wissen, dass dies nicht der Fall gewesen ist. Der Schlüssel liegt in dem accumulativen Wahlvermögen des Menschen. Die Natur bietet ihm mancherlei Abänderungen, der Mensch summiert sie in gewissen ihm nützlichen Richtungen. Die grosse Wichtigkeit dieses Prinzipes der Zuchtwahl ist nicht hypothetisch, denn es ist gewiss, dass einige unserer ausgezeichnetsten Viehzüchter selbst innerhalb eines Menschenalters mehrere Rind- und Schafrassen in beträchtlichem Umfange modifiziert haben. Die Wichtigkeit der Auswahl besteht in dem grossen Erfolge einer durch Generationen fortgesetzten Häufung von dem ungeübten Auge ganz unkenntlichen Abänderungen nach einer Richtung, Abänderungen, die ich (Darwin) z. B. vergebens herauszufinden versucht habe. Nicht ein Mensch unter tausend hat ein hinreichend scharfes Auge und Urteil, um ein ausgezeichneter Züchter zu werden. Es haben wohl nur wenige eine Vorstellung davon, welcher Grad natürlicher Befähigung und wie viele Jahre Übung dazu gehören, bloss ein geschickter Taubenzüchter zu werden. Ausgezeichnete Züchter versuchen jetzt durch planmässige Wahl mit einem festen Ziel vor Augen neue Stämme zu bilden. Für unseren Zweck jedoch ist diejenige Art von Zuchtwahl wichtiger, welche man die unbewusste nennen kann und welche das Resultat des Umstandes ist, dass ein jeder die besten Tiere zu besitzen und nachzuziehen sucht. So wird jemand, der Hühnerhunde halten will, zuerst möglichst gute Hunde zu bekommen suchen und nachher die besten seiner eigenen Hunde zur Nachzucht bestimmen. Wenn dieses Verfahren einige Jahrhundert lang fortgesetzt wird, so wird sich wahrscheinlich seine Rasse ändern und veredeln, ohne dass er vorher die Erwartung hegte, die Rasse bleibend zu ändern. Die beträchtliche Umänderung, welche der Vorstehhund im vorigen Jahrhundert erlitten hat, ist durch unbewusste Zuchtwahl erzielt worden, insoferne die Züchter nie das von ihnen erlangte Ergebnis selbst erwartet haben. Der Mensch kann eben durch Zuchtwahl nur auf solche Abänderungen einwirken, welche ihm von der Natur selbst anfänglich im schwachen Grade dargeboten werden. So würde nie jemand versuchen, eine Pfauentaube zu schaffen, wenn er nicht zuvor eine Taube mit einem etwas ungewöhnlich entwickelten Schwanze gesehen hätte und der, welcher zuerst solch eine Taube zur Nachzucht auswählte, hat sich gewiss nicht träumen lassen, was aus den Nachkommen derselben teils durch unbewusste, teils durch planmässige Zuchtwahl werden würde. Die Kunst des Züchters liegt also in dem Vermögen, kleine Unterschiede der Tiere seiner Herde zu bemerken, ihre Bedeutung gewissermassen instinktiv zu beurteilen, alsdann planmässig ihre Ausbildung in mehreren Generationen zu steigern; indem er die für das gewünschte Ziel passenden Tiere allein zur Paarung zulässt, Ernährung und Lebensbedingungen in passender Weise modifiziert, vermag er allmählich neue Rassen hervorzurufen". Darwin studierte alle Einzelheiten dieser kleinlichen menschlichen Experimente, um das einschlägige That-

sachenmaterial zur Grundlage der kühnen, aber unbegründeten Verallgemeinerung zu benützen, dass *der gleiche Vorgang der Zuchtwahl auch in der Natur, selbstredend in einer viel grossartigeren Weise, stattgefunden und die Mannigfaltigkeit der wild lebenden Tierarten erzeugt habe.* Die individuellen Variationen der Haustiere kann der Mensch nicht direkt herbeiführen, er kann sie weder schaffen noch verhindern, sondern nur erhalten und vermehren, wenn er die organischen Wesen neuen und sich ebenfalls verändernden Existenzbedingungen aussetzt. Der auch in der freien Natur herrschende Wechsel der Lebensbedingungen lässt die Individuen der wilden Arten ebenfalls unendlich variieren. Die individuellen Unterschiede können vorteilhaft oder indifferent oder sogar schädlich für die Lebensführung werden. Da aber die Betrachtung uns stets die vollkommene Harmonie zwischen dem Baue und der Umgebung eines Tieres bei den wild lebenden Arten zeigt, so muss nach Darwins Meinung unter den nach seiner Vermutung ungeheuer und nach jeder Richtung hin (mag sie günstig sein oder nicht) variierenden Individuen eine Auswahl der passendsten, eine natürliche Zuchtwahl stattfinden, welche organische Wesen mit lauter nützlichen Eigenschaften erzieht.

Nun war die schwierige Frage zu lösen, wer in der Natur die Auswahl besorge. Die exakte Forschung, welche nur Thatsachen als Glieder ihrer Gedankenkette anerkennen darf, kann diese Thätigkeit nicht von einem allweisen höchsten Wesen vollzogen denken; denn eine solche Vorstellung, so sehr sie auch das fromme Gemüt erbaut, führt eben über den Rahmen der exakten Wissenschaft hinaus in das Übersinnliche und Unbegreifliche. Darwin versuchte deshalb, die Vorstellung plausibel zu machen, dass die verschiedenen Faktoren des Naturhaushaltes[1]) selbst eine unbewusste Auswahl träfen, indem alle weniger gut organisierten Individuen vernichtet würden. Die grosse Zahl tierischer Fresser, welche sich das Futter streitig machen, die gegenseitige Vernichtungswut der Tiere, ihre Abhängigkeit von einander und von der Umgebung, der Einfluss, den Klima und Jahreszeiten auf das Leben der Individuen und zugleich der Arten äussern, kurz alle die biologischen Beziehungen der Tiere wurden von Darwin tropisch dargestellt und einem Kampfe verglichen, in welchem jedes Individuum nicht bloss um sein Dasein, sondern noch mehr um die Möglichkeit seiner Fortpflanzung ringt. Die Durchführung dieses Vergleiches bringt die Vorstellung nahe, dass in dem Kampfe ums Dasein die Tüchtigen siegen, zur Paarung gelangen und so eine Nachkommenschaft zeugen, welche der gleichen unbewussten Auswahl unterliegend generationsweise die im Kampfe nützlichen Eigenschaften steigert.

Trotzdem Darwin auf diese Weise zwei Vorgänge von ganz verschiedenem Werte, nämlich die planmässige Züchtung des Menschen und die hypothetisch angenommene natürliche Zuchtwahl aller wilden Arten durch den Kampf ums Dasein mehr in poetischer, denn in exakter Weise mit einander ver-

[1]) Vergl. Allgem. Teil pag. 164—181.

glichen, durch thatsächliche Zwischenstadien und den Verlauf der natürlichen Züchtung nie belegt hat, fand seine Hypothese begeisterten Anklang. Eine schier unermessliche Menge von Einzelthatsachen, welche dem Ideengange seines tropischen Vergleiches entsprechend disponiert waren, hat seine Anhänger so sehr bestochen, dass sie des hypothetischen Charakters völlig vergessend von der natürlichen Zuchtwahl mit der gleichen Bestimmtheit wie von einem wirklich in der Natur beobachteten Prozesse sprachen. Und doch bleibt die Lehre Darwins eine unbegründete Vermutung, weil in der Naturwissenschaft ihr Wert erst dann anerkannt werden kann, nachdem Vertreter der vielen variierenden und durcheinander gezeugten Generationen sorgfältig gesammelt sind und als eine zusammenhängende Suite den Fortschritt der natürlichen Züchtung direkt vor Augen führen. Weder Darwin noch irgend einer seiner Schüler hat diese Forderung in einwandsfreier Weise erfüllt. Über den Mangel thatsächlicher Belegstücke des Züchtungsprozesses tröstete man sich leicht mit der Ausrede, dass „man die langsam fortschreitenden Veränderungen nicht wahrnehme, bis die Hand der Zeit auf eine abgelaufene Weltperiode hindeutet und dann sei unsere Einsicht in die längst verflossenen geologischen Zeiten so unvollkommen, dass wir nur erkennen können, die Lebensformen seien jetzt andere geworden, als sie früher gewesen sind.“ Aber da der Wunsch nach Beweisen für die begeisternde Lehre überall lebhaft war, so suchte man in anderer Weise die Abstammung wahrscheinlich zu machen und zwar wiederum auf dem Wege einer kühnen, jedoch unbegründeten Verallgemeinerung.

Da es in keinem einzigen Falle möglich war, die Umbildung einer Art in eine andere Art direkt nachzuweisen und die Tierzüchter nur individuelle Veränderungen einer Haustierrasse bis zu einem gewissen Grade steigern, niemals aber in den Formenkreis einer anderen Art hineinleiten konnten, wurden Beweisgründe indirekter Art gesucht, indem die anatomischen und embryologischen Thatsachen im Sinne der Descendenzlehre gedeutet wurden. Man wies darauf hin, dass die Individuen einer Art neben den Verschiedenheiten geringeren Grades eine (längst bekannte) Übereinstimmung des anatomischen Aufbaues zeigen, welche sich bis auf die feinste histologische Struktur der Organe erstreckt und zwar gilt das nicht bloss für die in einem bestimmten Zeitpunkte der Untersuchung lebenden Individuen, sondern auch für ihre Nachkommen und, wie ältere Abhandlungen lehren, auch für frühere Generationen. Infolgedessen müssen, wie Darwin und seine Anhänger verallgemeinerten, anatomische Ähnlichkeiten zwischen Tierarten, deren äusseres Aussehen recht verschiedenartig sein mag, als Anhaltspunkt für die weittragende Behauptung gelten, dass auch diese durch die Blutsbande der Zeugung verknüpft seien. Der unbegründete Schluss eröffnete der phantastischen Spekulation das weite Gebiet der vergleichenden Morphologie und die von den nüchtern denkenden Anatomen als Stilverwandtschaft der einem Bautypus zugehörigen Tiere dargelegten Thatsachen wurden

ohne weiteres als Beweise für die genealogische Verwandtschaft der durch gute morphologische Merkmale begrenzten systematischen Gruppen betrachtet. Was früher nur als ein Mittel schien, den Ausbau des Linnéschen Systems sicher zu gestalten, galt jetzt als schlagender Beweis einer phantastischen Vorstellung. Wo sich nur irgend eine entfernte anatomische Gemeinsamkeit zwischen morphologisch grundverschiedenen Typen, wie z. B. zwischen den Wirbeltieren und den Anneliden, oder den Wirbeltieren und den Tunicaten auffinden liess, wurde sofort die Stammesverwandtschaft beider Typen behauptet und der damaligen Generation schien damit trotz der vielfachen Unterschiede in der Bildung und Anordnung der meisten übrigen Körperorgane die stammesgeschichtliche Frage „gelöst"!

Solcher Irrtum gedieh durch den Doppelsinn des im gewöhnlichen wie im wissenschaftlichen Sprachgebrauche viel benützten Wortes: „verwandt". Ohne Anstand gebraucht jeder, dem ein eingehender Vergleich die Ähnlichkeit verschiedener Formenkreise natürlicher Gegenstände oder künstlicher Menschenwerke ergeben hat, das Wort: „verwandt", um die ähnlichen Formen zu bezeichnen. In solchen Fällen ist das Wort: „verwandt" gleichbedeutend mit „ähnlich, zusammengehörig" und trägt einen ganz anderen Sinn, als wenn man von den (bluts-) verwandten Personen eines Individuums spricht. Die Anhänger der Abstammungslehre warfen beide Bedeutungen des Wortes in Eins zusammen, verachteten die für jeden Spezialfall gebotene Einschränkung der Wortbedeutung und übertrugen in ihrem Denken die andere Bedeutung des Wortes, nämlich blutsverwandt auf die verwandt genannten morphologischen Thatsachen der Anatomie. Indem sie von der Regel abgingen, dass bei der wissenschaftlichen Diskussion die klar definierte Bedeutung eines Begriffes unverändert festgehalten werden muss, wurde ihnen der Doppelsinn eines als Terminus technicus dienenden Wortes zur Ursache grober logischer Fehler. Je nach Bedürfnis schillerte das Wort nach der einen oder anderen Seite seiner Bedeutung und verleitete die meisten zu völlig unbegründeten Angaben. So schlich sich in die zoologischen Darstellungen unserer Lehrer der Gedanke ein, dass Blutsbande sowohl die Individuen, wie die grösseren systematischen Gruppen verknüpfen, und man vergass vollkommen, dass die systematischen Stufen wesenlose Gebilde, logische Vorstellungsformen zur Hilfe für den ordnenden Verstand sind. Freilich, seitdem das zoologische System „Stammbaum des Tierreiches" genannt wurde, schien sein logischer Charakter ganz vergessen zu sein. So unterlag es von vorneherein für die Descendenztheoretiker gar keinem Zweifel, dass alle Wirbeltiere Blutsverwandte seien und sich allmählich aus fischähnlichen Vorfahren entwickelt haben, weil sie die im speziellen Teile S. 3—8 dargestellten gemeinsamen morphologischen Eigenschaften besitzen. Letzteren wurde im Rahmen der neuen Hypothese kurzweg der Wert genealogischer Merkmale beigelegt. Eine grössere Anzahl von Forschern nahm die Untersuchung der Wirbeltiere (ebenso anderer Organisationstypen) auf und verglich nach

besseren Methoden als die Vorgänger ein reichlicheres Material der vielen Arten einer Vertebratengruppe. Indem sie die gemeinsamen Eigenschaften einzelner Organsysteme zusammenstellten, drängte sich in noch höherem Grade als den Anatomen z. B. zu Cuviers Zeit ihrem verwunderten Geiste die grosse Stileinheit der Organbildung eines Typus auf, welche bei so vielen, unter den abweichendsten Existenzbedingungen lebenden Wirbeltieren von mannigfacher äusserer Gestalt bis auf die kleinlichsten Details sich erstreckt und auch in den extremen Fällen der Organgestaltung (man denke nur an die vielen Muster der Extremitäten bei Wirbeltieren) sich niemals ganz verleugnet. Freilich die stammesgeschichtliche Umbildung der Wirbeltiergruppen von niederen zu höheren Formen war dadurch ebensowenig beobachtet wie in früheren Perioden der anatomischen Forschung. Jedoch den Mangel der vollständigen Entwickelungsfolge glaubte man beseitigt, wenn die anatomischen Befunde in einer Reihe beliebig so disponiert wurden, dass am einen Ende die einfacheren Verhältnisse, am anderen Ende die höher differenzierten Formen standen. Dabei wurde vollkommen vergessen, wie oft schon eine oberflächliche Formähnlichkeit über tiefgehende morphologische Stilunterschiede hinweg getäuscht hatte Vergessen waren die historischen Belege für die Irrtümlichkeit menschlicher Kombination, wenn sie, der mühsamen exakten Beobachtung sich entschlagend, die genetische Verwandtschaft in den Gebilden der vielgestaltigen Natur mittelst abstrakten Phantasiespieles erraten will. Die durch die Thatsachen, welche jede Idee an die Umwandlung der Arten verbieten, gezogene Erkenntnisschranke konnte man nur dadurch verhüllen, dass man in der Erörterung nicht die speziellen Befunde besprach, sondern mit den allgemeinen morphologischen Begriffen, z. B. Chorda dorsalis, Wirbelsäule, Urniere etc., arbeitete, die an und für sich unbestimmt sind und bleiben müssen. Denn diese bezeichnen eine inhaltsreiche Reihe von vielen Einzelheiten, die einige Charaktere gemeinschaftlich haben. Sie schillern deshalb entsprechend der natürlichen Mannigfaltigkeit ihres Umfanges an thatsächlichen Gegenständen in sehr vielfachem Sinne und haben je nach dem speziellen Falle welchen der Sprechende gerade im Auge hat, jeweils etwas andere Bedeutung, so dass sogar derselbe allgemeine morphologische Ausdruck von zwei Fachmännern gebraucht in dem Denken jedes einzelnen der beiden einen ganz verschiedenen Umfang und ganz verschiedene Bedeutung besitzt, welche von dem Maasse der exakten Kenntnisse beider Männer abhängt. Die Meinungsverschiedenheit, welche in den stammesgeschichtlichen Abhandlungen der letzten dreissig Jahre hervortritt, und die scharfe Gegnerschaft, welche jede bestimmt formulierte Darstellung der historischen Entwickelung einer engeren oder weiteren systematischen Gruppe bei den Fachgenossen fand, hätten eigentlich schon längst schwere Bedenken erwecken müssen, ob es überhaupt möglich sei, die formalen Eigenschaften der fertigen Organe in einer den phylogenetischen Entwickelungsgang wirklich wiederspiegelnden Weise zu einander in Beziehung zu setzen.

Auch die versteinerten Reste der früheren tierischen Bevölkerung, welche durch die Bemühungen der Paläontologen im neunzehnten Jahrhundert immer besser bekannt wurden und eine ungeahnte Fülle von neuen systematischen Gruppen und ausgestorbenen Gliedern von noch jetzt lebenden Gruppen an das Licht brachten, wurden im Sinne der Descendenztheorie gedeutet. Die Theoretiker folgerten sofort, dass die Reste einer andersartigen Tierwelt, welche früher das Antlitz der Erde bevölkerte, in entschiedener Weise gegen die starrsinnige Meinung der Systematiker sprächen, welche gegenüber den Anhängern der Entwickelungslehre die Unveränderlichkeit der Arten behaupteten. Sie schienen ein schlagender Beweis für die säkulare Umwandlung der Tierwelt und wurden in gleicher Weise wie die morphologischen Thatsachen in paläontologische Entwickelungsreihen zusammengestellt.

Trotz aller Bemühungen ist es jedoch nicht gelungen, die wichtigen Unterschiede z. B. der Klassen eines Organisationstypus, wie der Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien, Fische hinwegzutäuschen. Noch weniger war es möglich, die scharfen Grenzen der Typen selbst zu verwischen. Da jedoch der Wunsch bestand, dieses Hindernis der Theorie hinwegzuräumen, so wurden *theoretische Zwischenformen*, *sogenannte Urahnen* konstruiert, und mit ihnen die thatsächlich bestehenden Lücken des tierischen Stammbaumes ausgefüllt. Die grosse Zahl dieser nur in der Phantasie geborenen Zwischenformen hat allmählich die Unsicherheit der Beweisführung für die Abstammungslehre immer klarer gemacht, umsomehr als man einsah, dass die Ähnlichkeit einzelner Organe von verschiedenen Typen, z. B. die oberflächliche Übereinstimmung der Urnierenkanälchen bei Wirbeltieren [1]) und der Nephridien bei Anneliden [2]) nicht ohne weiteres als Beweis für die Blutsverwandtschaft derselben gelten darf; denn neben ihr bestehen tief greifende Unterschiede der Form und Lage aller anderen Organe in beiden Typen und niemand ist im stande, die Umbildung des Annelidentypus in denjenigen der Vertebraten irgendwie plausibel zu machen. Ähnliche Resultate ergab das Bestreben, andere Typen in phylogenetische Beziehungen zu setzen.

Wenn man heutzutage das Ergebnis der vielen stammesgeschichtlichen Untersuchungen überblickt, so muss man gestehen, dass die fast 40jährige Arbeit nicht bloss gar keinen sicheren Zusammenhang der Typen und der grösseren Klassen ergeben hat, sondern vielmehr die Schwierigkeit, ja die Unmöglichkeit, auf solche Fragen eine Antwort zu finden, klar erwiesen hat. Vergleichend anatomische Studien vermögen eben niemals zwingende Beweise für die Abstammung zu liefern. Denn die morphologische Analyse fasst nur einen Bruchteil der Eigenschaften der lebenden Tiere ins Auge. Sie studiert und vergleicht nur die Formen und ergiebt nichts weiter als eine eingehende Beschreibung des fertigen Körpers oder der verschiedenen Stadien

[1]) Spez. Teil pag. 101.

[2]) Spez. Teil pag. 234.

einer Formgestaltung. Es ist eine unberechtigte Überschätzung des Resultates, wenn man durch die einseitig morphologische Untersuchung eine vollkommene Ansicht der Natur erzielt zu haben glaubt. Die fest bestehenden und bei jeder nicht einmal tief eindringenden Untersuchung auffallenden Unterschiede des anatomischen Baues, die sich sowohl in den gröberen morphologischen Verhältnissen wie in der feineren histologischen Struktur kundgeben, hielten von jeher die nüchternen Denker von der Behauptung zurück, dass die Anatomie einen zwingenden Beweis für die Umwandlung der Arten liefern könnte. Sie deckt nur Ähnlichkeiten auf, Ähnlichkeiten verschiedenen Grades, und ist niemals darüber hinausgekommen. Sie klärt den Zusammenhang der Formen auf, aber da wir nicht eine Welt der Formen, sondern der Ereignisse vor uns haben, so muss der formbildende Vorgang verfolgt werden.

In der Erkenntnis der Schwierigkeit einer anatomischen Beweisführung hofften Darwins Anhänger im Studium der entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen Aufklärung zu finden, indem sie die schon zu Beginn des Jahrhunderts gehegte Meinung von neuem vertraten, dass „*jedes höher organisierte Tier in seiner individuellen Ausbildung die unter ihm stehenden bleibenden Stufen durchlaufe*“, oder, wie Haeckel sich ausdrückte, dass *die Keimesgeschichte einer Tierart ein abgekürztes Bild von ihrer Stammesgeschichte gebe.* In der That schienen, als Haeckel die Belege für diese von ihm das biogenetische Grundgesetz genannte Ansicht sammelte, die damaligen embryologischen Kenntnisse des 6. und 7. Jahrzehntes unseres Jahrhunderts einigermassen als exakte Beweisgründe. Vergleicht man innerhalb des Rahmens eines morphologischen Typus z. B. der Wirbeltiere, so fällt eine allgemeine Ähnlichkeit der ganz jungen Embryonen auf, mögen sie auch ganz verschiedenen Ordnungen oder Klassen angehören. Wer nun den gemeinsamen Formcharakteren derselben eine grosse theoretische Wichtigkeit beilegt, ist leicht geneigt, die daneben bestehenden recht beträchtlichen Unterschiede zu vernachlässigen. So kam es, dass Haeckel und seine Schule die embryologischen Thatsachen teils aus Mangel an hinreichendem Beobachtungsmaterial, teils durch vorgefasste theoretische Ansichten beeinflusst in falscher Weise deutete. Als aber eine grössere Zahl von entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen die Kenntnis des morphogenetischen Vorganges für alle Stiltypen des Tierreiches vertiefte und man anstatt der älteren Methode, die individuelle Entwickelungsgeschichte einer Art nach wenigen, oft zeitlich weit auseinander liegenden Stadien zu schildern, die Notwendigkeit einsah, erst alle Zwischenstadien einer Eientwickelung sorgfältig zu sammeln, um daraus ein sicheres Bild des morphogenetischen Prozesses abzuleiten, drängte sich vielen die Erkenntnis auf, dass trotz der Ähnlichkeit in der allgemeinen Anordnung der wichtigen Körperorgane der Embryo jeder Tierart eines Stiltypus die spezifischen Charaktere (die am geschlechtsreifen Tiere später mächtig entfaltet sind) auch in der frühesten Lebensperiode nicht verleugne. Es gehört nur ein durch Beobachtung reichlichen Untersuchungsmateriales geschärfter Blick dazu, diese

Eigenart in jedem einzelnen Falle rasch und sicher zu erkennen. Das eingehende Studium führte dann zu dem gleichen Resultate, welches früher K. E. von Baer ausgesprochen hatte: Auch die Entwickelungsgeschichte liefert keinen zwingenden Beweis für die säkulare Umwandlung der Tierarten, geschweige denn der Stiltypen.

Um das letztere wenigstens wahrscheinlich zu machen, hatte Haeckel und seine Schule die auffallende Übereinstimmung in der frühesten Entwickelung der Eizellen verschieden organisierter Arten, d. h. bei der Furchung und Bildung der Keimblätter hervorgehoben und sich zugleich das Verdienst erworben, diese Vorgänge genauer erforscht zu haben. Besonders das Auftreten der Blastula und Gastrulaform in fast allen Typen des Tierreiches wurde für die einheitliche — monophyletische Abstammung aller Arten von einer tierischen Grundform angeführt. Allein die Übereinstimmung liegt weniger in den objektiven Thatsachen, als vielmehr in dem einfachen Worte — „Gastrula“ das zur Bezeichnung eines gewissen (im Allg. Teil S. 157 charakterisierten) Zustandes des sich entwickelnden Eies gebraucht wird. Denn wer sich die Mühe giebt, die Furchung und Keimblattbildung nicht nach Abhandlungen und Tafelwerken, sondern an verschiedenen natürlichen Objekten direkt zu verfolgen, wird von den feinen, nichts destoweniger charakteristischen Unterschieden desselben Vorganges bei den Eiern verschiedener Species aus verschiedenen Stiltypen überrascht. Er wird dann der Thatsache, dass aus der befruchteten Eizelle der verschiedenartigsten Tiere nach allgemein typischen Grundzügen ein Haufen vieler Zellen sich entfaltet und dass dieser wieder in die drei Schichten der Keimblätter auf ziemlich übereinstimmende Weise geordnet wird, kein besonders grosses Gewicht beimessen und diese Übereinstimmung in jene Gruppe von Eigenschaften einordnen, welche allen Lebewesen gemeinsam sind, wie es z. B. der Besitz von Bewegungs- oder Empfindungsorganen etc. ist. Sobald die einfachsten Stadien der Eientwickelung abgelaufen sind und die wichtigen Organe des keimenden Lebewesens angelegt werden, sind die charakteristischen Merkmale seines besonderen Stiltypus noch deutlicher zu erkennen und versagen dem nüchtern urteilenden Verstande das Recht, die werdende Form mit anderen stilistischen Gruppen des Tierreiches zusammenzustellen. Je weiter dann die Entwickelung vorschreitet, umso deutlicher treten die speziellen Stilkennzeichen der Familie Gattung und Art hervor, dass man bei dem heutigen Zustande der embryologischen Kenntnisse schon von dem lebhaften Wunsche beseelt sein muss, eine Ähnlichkeit der embryologischen Stadien bei weit entfernt stehenden Gruppen aufzufinden, wenn man „*in der Keimesgeschichte die abgekürzte Darstellung der Stammesgeschichte erblicken*“ will.

Nachdem die historische Betrachtung gezeigt hat, dass die heute bekannten zoologischen Thatsachen eine zwingende Beweisführung für die Abstammung der Tiere nicht ermöglichen, möge zum Schlusse die logische

Berechtigung der Frage, ob die Arten konstant oder veränderlich seien, erörtert werden. Als die systematischen Gruppen zur Übersicht der tierischen Lebewelt eingeführt waren, zielte die Arbeit Aller, welche sich mit dem Ausbau des Systemes beschäftigten, dahin, die Gruppen durch sichere Merkmale — gleichgültig ob äusseren oder anatomischen Charakters — kenntlich zu machen. Dazu konnten nur solche Eigenschaften verwendet werden, welche bei allen Individuen einer systematischen Stufe gemeinsam beobachtet werden. Durch das ausschliessliche Bestreben, derartige Merkmale aufzufinden und die gefundenen auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen, wurden die Systematiker so sehr von der Sicherheit der systematischen Erkennungsmerkmale einer Tiergruppe überzeugt, dass sie dieselben für unwandelbar im Flusse der Lebenserscheinungen und der Individuen hielten und den weiteren Schluss ableiteten, dass eine systematische Gruppe, z. B. die Art, Species nicht bloss die jeweils zur Zeit des betreffenden Beobachters lebenden Individuen, sondern auch die längst verstorbenen, sowie die künftigen Generationen derselben umfasse. Damit sprang das Denken der Fachgelehrten weit über die exakten Grundlagen hinaus und gelangte zu der theoretischen Meinung von der Unveränderlichkeit der Arten. Denn gehören die längst vermoderten Individuen früherer Jahrtausende wirklich in den Bereich einer im 18. oder 19. Jahrhundert zum erstenmale scharf definierten Art, so müssen sie alle die Merkmale der rezenten Individuen besitzen. Niemand aber ist im stande, thatsächliche Belege der Gültigkeit des modernen Artbegriffes für alle Zeiten vorzulegen. Denn die älteren Definitionen stehen den neueren Diagnosen an Schärfe nach und enthalten manche irrige Angaben, und wenn sich auch die Beschreibungen der allergewöhnlichsten und verbreitetsten Tierarten auf einige Jahrhunderte zurückverfolgen lassen, so fehlt für die grössere Masse der früher wenig oder gar nicht bekannten Arten jeder Anhaltspunkt. Wäre er auch vorhanden, so würde er doch wenig nützen, weil die Geschichte der letzten anderthalb Jahrhunderte lehrt, dass die Auswahl der Merkmale für irgend eine systematische Gruppe sich immer geändert hat. Jeder neue Bearbeiter einer Tiergruppe hat bessere und bestimmtere Merkmale vorgeschlagen und dadurch (wenigstens in den meisten Fällen) den älteren Abhandlungen Bedeutung und Einfluss geraubt. Die historische Betrachtung kann also keinen Anhalt für die reale Unveränderlichkeit der Arten ergeben. Wenn man sich ferner klar macht, was eine Species erst recht eigentlich bedeutet, so erkennt man die Unmöglichkeit, über ihre Veränderlichkeit etwas bestimmtes auszusagen, denn der wissenschaftliche Speciesbegriff ist ein logischer Begriff, unter welchem alle einander ausserordentlich ähnlichen Tiere subsummiert werden. Er ist einer Schublade, einem Sammlungsschranke vergleichbar, der zur Aufbewahrung der ähnlichen Individuen dient. Das hat Linné[1]) durch den plastischen Vergleich mit der

[1]) Allg. Teil pag. 14.

Heeresgliederung klar betont. Deshalb muss man stets die Vorstellung festhalten, dass z. B. die Species: Schaf — Ovis aries, Rind — Bos taurus, Pferd — Equus caballus durch je eine eingepferchte Herde der genannten Arten nur unvollkommen repräsentiert wird, dass die riesigen Büffelherden Nordamerikas oder die ungezählten Scharen der zur Laichzeit an die Küste ziehenden Häringe nur unvollkommen die Art: Büffel — Bos bubalus, bezw. Häring — Clupea harengus repräsentieren, weil mit den hier als Beispielen genannten Artnamen eben alle auf der Erde lebenden Individuen gemeint sind. Wer aber könnte beim Anblicke solcher „Artherden" so vermessen sein, überhaupt nur den Gedanken zu erwägen, ob die Vorfahren und Nachkommen all dieser Artindividuen genau die gleichen Eigenschaften hatten, wie die in einem bestimmten Zeitpunkte vorüberziehende Generation, oder ob das gerade Gegenteil der Fall sei? Wer könnte andererseits durch thatsächliche Belege, nicht durch phantastische Ideenführung erweisen wollen, wie die ungeheure Schar der Artindividuen von einem oder wenigen Ahnen entstanden sei? Sobald man sich das viel erörterte Problem in dieser exakten Überlegung klar macht, sieht wohl jeder ein, dass vorderhand eine Antwort nicht gegeben werden kann. Tritt zu dem die Erwägung, in welch hohem Grade die einzelnen Individuen einer Species durch Eigenart der Körperbildung und Fähigkeiten verschieden sind, so muss der nüchtern denkende Forscher zugestehen, dass vorderhand unsere Kenntnisse nicht ausreichen, über den vergangenen oder künftigen Zustand einer rezenten — geschweige einer längst ausgestorbenen — Tierart Aufschluss zu geben.

Mit anderen Worten: Die Species sowohl wie die höheren systematischen Stufen sind logische Begriffe zur Zusammenfassung einer unermesslichen (bis jetzt in keinem einzigen Fall durch genaue Zahlen bestimmbaren) Menge tierischer Individuen. Sie teilen mit allen anderen logischen Begriffen unseres Denkens die Eigenschaft, dass ihre Grenzen nicht scharf festzulegen sind, weil die Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen unserer logischen Einteilungsversuche spottet. Wie andere Begriffe ändert sich auch die Definition des für die zoologische Systematik am meisten wichtigen Speciesbegriffes nach dem Masse der exakten Kenntnis einer Periode und nach der Mühe, welche eine Forschergeneration auf die Sicherstellung des Begriffsumfanges verwendet. Der Speciesname unterliegt als ein Glied der Sprache und des Denkens, wie alle Worte und die dadurch bezeichneten Begriffe einer Entwickelung und fortschreitenden Veränderung; er wechselt seine Bedeutung im Laufe von Jahrzehnten und Jahrhunderten. Wie sehr auch manche Forscher sich bemühen, die Bedeutung eines wissenschaftlichen Terminus streng und unveränderlich zu fixieren, sie halten die Bedeutungsänderung desselben nicht auf. Die Schwierigkeit wird also heute, genau so wie im Mittelalter, durch den schwankenden Umfang der Begriffe hervorgerufen und wird auch in Zukunft bestehen. Darwin, der allenthalben einer bestimmten Definition

des Speciesbegriffes aus dem Wege gegangen ist, hat die Frage vollkommen verwirrt. Die Arten sind wandelbar, sie unterliegen Veränderungen, aber nur weil die Artbegriffe willkürliche Festsetzungen des menschlichen Geistes sind. Daraus lässt sich jedoch nicht der Schluss ableiten, dass auch die dem Artbegriffe zugehörigen Individuen veränderlich seien. Ob das letztere wirklich der Fall sei, kann im Rahmen einer exakten Wissenschaft nur entschieden werden, indem genealogische Register angelegt und die individuellen Abweichungen aller Glieder einer und der folgenden Generationen sorgfältig eingetragen werden. Dann wird die Revision desselben nach einer längeren Zeitspanne ergeben, ob die Enkel andere geworden sind. Vorderhand aber hat die wissenschaftliche Gesellschaft der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts nur darüber gestritten, ob ein logischer Begriff eine wirkliche Geschichte und gleich den darunter subsummierten Individuen eine Zeit der Entwickelung, der Blüte und des Niederganges habe, gleichwie man im Mittelalter sich über die Alternative erregte, ob die Gerechtigkeit, die Wahrheit etc. Begriffe oder wirkliche im hellen Sonnenlichte umherwandelnde Wesen seien!

Darwins Versuch hat eine grössere Zahl von Forschern veranlasst, Gedanken über die Entstehung der Arten zu veröffentlichen, welche von seinem Ideengange in untergeordneten Punkten abweichen. Es verlohnt sich jedoch nicht, an dieser Stelle deren Ansichten genauer zu betrachten, weil sie alle von der Möglichkeit einer Veränderung der Arteigenschaften über die uns bekannten Formgrenzen ausgehen, ohne in der Lage zu sein, diesen Vorgang derartig durch thatsächliche Beobachtungen zu belegen, dass jeder vernünftige Mensch gezwungen werden könnte, die reale Existenz desselben anzuerkennen, wie er gezwungen werden kann, die Richtigkeit einer anatomischen Thatsache zu bestätigen.

Rufen wir am Schlusse des Kapitels die eingangs gestreifte Frage ins Gedächtnis zurück, so ist nicht zu leugnen, dass keine Idee das Interesse der gebildeten Welt für zoologische Studien so sehr wachgerufen hat als die verschiedenen Versuche, die Entstehung der Tierwelt aufzuklären. Die Anhänger der „Descendenztheorie“ glauben in dem allgemeinen Beifalle, welchen ihre Phantasiegemälde fanden, einen Beweis für die Richtigkeit ihrer Ideenkombination erblicken zu dürfen. Sie haben jedoch Unrecht, sobald man sich vergegenwärtigt, was solcher Beifall bedeutet: Wie wenige von den begeisterten Anhängern der Abstammungslehre haben die exakten Beweisgründe irgend eines weittragenden Satzes derselben wirklich geprüft! Wie viele sind vermöge ihrer Vorbildung überhaupt im stande, die Berechtigung einer zoologischen Lehrmeinung zu ermessen und nur einigermassen den Grad in der Exaktheit der Beweisführung zu beurteilen! Die grösste Mehrzahl der Laien unter den Anhängern der Theorie begeistert sich an der Grossartigkeit der mit glühender Phantasie geschilderten Stammesgeschichte und empfindet gar nicht das Bedürfnis, die thatsächlichen Grundlagen des Descendenz-

romanes genauer kennen zu lernen. Nicht viel höher ist der Wert der beipflichtenden Stimme von Vertretern anderer naturwissenschaftlicher oder medizinischer Fächer anzuschlagen; denn diese Forscher welche in ihrem Spezialfache hervorragende Kenntnisse besitzen und bei ihren Spezialuntersuchungen das höchste Mass von Gründlichkeit und Nüchternheit des Urteiles an den Tag legen, müssen sich, sobald es sich um wissenschaftliche Fragen anderer Disziplinen handelt, zumeist auf das Urteil und die allgemein verständlichen Darlegungen der Fachmänner im strengsten Sinne des Wortes verlassen. Auch der Bildungsgang der meisten den naturwissenschaftlichen Studien obliegenden Kommilitonen bietet keine Gewähr für das Gewicht ihres Beifalles. Denn dieselben besuchen in den ersten Studienjahren Vorlesungen und Übungen der verschiedenen beschreibenden Naturwissenschaften und erfahren dort zu einer Zeit, wo sie am meisten begeisterungsfähig sind, den mächtigen Eindruck einer grossartigen Verallgemeinerung, um ihn zu bewahren, wenn sie in das Spezialstudium eines besonderen Wissenszweiges eintreten und keine Zeit mehr haben, sich um andere Disziplinen eingehender zu bekümmern. Je mehr sie sich in ihr eigenes Gebiet einarbeiten, umso fremder werden sie den Schwesterzweigen und nehmen deshalb den letzteren gegenüber bald nur die Stellung von Dilettanten ein, deren Urteil über die Fragen einer besonderen Disziplin des massgebenden Wertes ermangelt. Getreulich halten sie aber die Jugendeindrücke fest und treten für eine lediglich durch die Autorität der Lehrer, nicht durch eigene selbständige Prüfung gegründete Anschauung jederzeit ins Feld, bis eine neue Generation auf dem Kampfplatze des geistigen Lebens erscheint, welche unter anderen Einflüssen aufgewachsen ist und an Fehlern der älteren Meinung Anstoss zu nehmen gelernt hat.

Auch der ungeheure Aufschwung aller zoologischen Studien seit Mitte des Jahrhunderts soll dem befruchtenden Einflusse der Abstammungslehre zu verdanken sein, da „kaum eine bedeutende wissenschaftliche Arbeit ohne Rücksichtnahme auf diesen Ideengang ausgeführt wurde.“ Allein diese Angabe zeigt nur, dass viele Männer durch das grossartige Phantasiegemälde verleitet wurden, über den nüchternen Charakter ihrer wissenschaftlichen Arbeit sich selbst zu täuschen, und wähnten, da, wo sie einfach beschreiben und vergleichen, die Genese eines Tierstammes beobachtet zu haben. Die begeistertsten Apostel der Abstammungslehre verstiegen sich sogar zu der Behauptung, die zoologische Wissenschaft habe den Gedanken zuerst begründet, dass alles Bestehende aus niederen Anfängen fortschreitend zu höherer Blüte gediehen sei. Das ist jedoch keine geschichtliche Thatsache. Die zoologische Spekulation hat nur die Idee der Entwickelung, welche für die Geschichtswissenschaft zuerst von Herder ausgesprochen war und sich bald in den übrigen Geisteswissenschaften verbreitet hatte, durch die von ihr gesammelten Thatsachen auch für das Tierreich gültig erweisen wollen.

Die Darstellung dieses Kapitels wollte die Erkenntnis wecken, dass die Frage, wie die Tiere entstanden seien, überhaupt nicht dem Arbeits-

bereiche der exakten Naturwissenschaft zugehört und dass die Versuche, eine Antwort darauf zu geben, genau so ablehnend zu beurteilen sind, wie die vielen längst zu Grabe getragenen Theorien über unlösbare Probleme früherer Zeiten. Wer diesen Standpunkt vertritt, braucht deshalb nicht den heuristischen Wert und die Berechtigung von Hypothesen für die wissenschaftliche Arbeit überhaupt zu bekämpfen. Denn in dem speciellen Falle handelt es sich eben nicht um eine wissenschaftliche Hypothese, sondern um eine symbolische Deutung von logischen Begriffen. Wie in allen Fragen, welche nicht durch direkte Beobachtung, sondern durch logische Folgerungen gelöst werden sollen, ist die Diskussion über die Abstammung der Tiere heftig geworden und hat vielfach Hass zwischen die wissenschaftlichen Arbeitsgenossen und auch in die dafür interessierte Laienwelt getragen. Allmählich legen sich die Wogen hochgradiger Erregung und die nächsten Jahrzehnte werden immer mehr einer Beurteilung Raum schaffen, die nach dem im wissenschaftlichen Streite allein geziemenden Grundsatze verfährt:

Non ridere, non lugere, nec detestari, sed intellegere!

Alphabetisches Verzeichnis
der im Texte erläuterten Fachausdrücke (Termini technici).

(Die fett gedruckten Ziffern verweisen auf den allgemeinen Teil.)

A.

Abdominalsegment 166.
Acontien 338.
acrodont 51.
achromatisch **134**.
Acromion 19.
Adergeflecht 74.
Aderhaut 80.
Adern 173.
Afterfüsse 173.
Aftergrube 40, 43.
Alisphenoid 26.
Allantois 48, 50, 107.
Alveolargang **97**.
Alveolarperiost 52.
Alveolen der Zähne 51, 52.
Alveoli pulmonales **97**.
Amboss 100.
Ambulacralfüsschen 277.
Ambulacralplatten 284.
Ametabola 178.
Ammen **147**.
Amnion 119.
Amnionfalte 119.
Ammonshorn 79.
Amöboid siehe Bewegung.
Ampullen 95.
Ampulle 277.
amphicöl 10.
analog **74**.
Anastomose 65.
Angel 175.
Angulare 26, 29.
Antennen 167, 174.
Antennendrüse 213.
Antimeren **69**.
Aorta **36**, **38**, 61.
Appendices pyloricae 47.
Aquaeductus Sylvii 73.
Äquationsteilung **134**.
Arachnoidea 71.
Archoplasma **117**.
Arcus aortae 67.
Argentea 84.
Arme (Cephalopoda) 254.
Arrectores pili 90.
Art **5**.
Arterie **36**, **82**, 60.
Arteria pulmonalis **38**, 64, 65, 67.
Articulare 26, 29.
Associationssystem 72.
Atemplatte 45.
Atemritze 48.
Atemsipho 249.
Atlas 14.
Atrium **37**, 60.
Atzling 89.
Augen **185**.
Auge der Wirbeltiere 74, 80.
Augapfel 82.
Augenbecher 80.
Augengruben (Mollusca) 248.
Augenkammer 81.
Augenlid 84.
Augenmuskeln 82.
Augenplatte 279.
Augenstiel 218.
Aurikel 345.
Aussenblatt 339.
Auswurföffnung 290.
Avicularien 297.

B.

Backen 54.
Backzahn 53.
Balken 79.
Basalplatte der Schuppen 86.
Basalplatte (Korallen) 339.
Basalstücke 288.
Basisphenoid 25.
Bastardierung **141**.
Bauchhöhle 50.
Bauchschuppe 172.
Bauchspeicheldrüse 43.
Beckenniere 106.
Befruchtung **141**, **142**, **153**.
Begattung **142**.
Begattungsglied (Wirbeltiere) 50.
Begattungstasche 177.
Beschreibung, anatomische **67**.
Beschreibung, systematische **19**.
Bewegung, amöboide 349.
Bewegungsnerv **86**.
Bindegewebe **78**, **79**, **121**.
Bindegewebskörperchen **121**.
bikonkav 10.
biserial 19.
Bivium 282.
Bläschenauge 248.
Blase, Polische 277.
Blastula **156**.
Blinddarm 50.
Blut (Wirbeltiere) **83**, **127**.
Blutkörperchen **83**, **127**.
Blutkreislauf (Säugetiere) **47**.
Blutkuchen **84**.
Blutplasma **84**, **127**.
Blutwasser **84**.
Bogen, obere 9.
Bogen, untere 9.
Bogengänge 95.
Borsten (Säugetiere) 90.
Borsten (Anneliden) 234.
Borstenfeder 89.
Bowmannsche Kapsel **90**.
Brachialganglion 257.
Bronchi **41**, **97**, 50.
Bronchialbaum **41**.
Bronchialsystem, eparterielles 57.

Bronchialsystem, hyparterielles 57.
Bronchioli respiratorii **97**.
Brückenarme 79.
Brückenbeuge 74.
Brunst **142**.
Brustbein 13.
Brusthöhle 50.
Brustsegment 166.
Bulbus (Augapfel) 82.
Bulbus (Nematodes) 302.
Bulbus arteriosus 63.
Bulbi vestibuli 113.
Bursa copulatrix 177, 305.
Bursa Fabricii 52.
Byssusdrüse 252.

C.

Calamistrum 202.
Calamus 259.
Campanula Halleri 84.
Canalis inguinalis 114.
Canalis neurentericus 43.
Canalis utriculo-saccularis 95.
Caninus 53.
Canon **60**.
Capillaren **47**, 60,
Capsula Glissoni **91**.
Cardia 42.
Cardo 175.
Carina 222.
Carotis 67.
Carpale 20.
Cartilago arytaenoidea 48.
Cartilago cricoidea 50.
Cartilago Santorinianae 56.
Cartilago thyreoidea 50.
Cartilago Wrisbergii 56.
Cathammalplatte 325.
Cavum perilymphaticum 97.
Cavum tympani 48, 97.
Cementdrüse 220.
Cementhülle 53.
Centrale 20.
Centralkanal 71.
Centralkapsel (Radiolaria) 355.
centrolecithal 151, 162.
Centrosoma **117**.
Cephalothorax 196, 213, 227.
Ceratobranchiale 25.
Cercarie 314.
Cerebellum 75.
Cerebralganglion 248.
Cerebralorgan 306.
Cheliceren 196.
Chitin 165.
Choane **41**, 42.
Chorda dorsalis 3, 9.
Chordarinne 116.
Chordascheide 9.
Chordastrang 116.
Chordae tendineae **39**, **42**, 69.
Chorioidea 80.
Chorion (Amniota) 176.
Chorion (Insecta) 191.
Chromatophoren 255.
Chromosomen **117**.
Chylema **117**, 349.
Chylus **49**.
Chylusgefässe **49**, 70.
Chylusmagen (Insecta) 176.
Chymus **113**.
Ciliarkörper 80.
Cilien 349.
Cingulum 298.
Cirrus 236, 318.
Cirrusbeutel 308, 318.
Claustrum 202.
Clavicula 13.
Clitellum 240.
Clitoris 50, 112, 113.
Cochlea 97.
Coecum 50.
Colon **31**, 56.
Columella 30, 97, 339.
Cölom **158**, **168**, 4, 116, 233.
Cölomsack 3, 116.
Commensalen **170**.
Commissur 167, 248.
Commissura posterior 74.
Complementare 29.
Coenenchym 337.
Coenurusblase 321.
Coni vasculosi **140**.
Connektiv 167, 234.
Contraktion **80**.
Contraktion, peristaltische **92**.
Conus arteriosus 60.
Copula 25.
Copulationsorgan 257.
Coracoideum 13.
cordipetal **46**, 60.
cordifugal **46**, 60.
Cordylien 331.
Cornea (Vertebrata) 81.
Cornea, sekundäre (Mollusca) 248.
Corneafacette 169.
Coronoideum 29.
Corpora cavernosa 113.
Corpora quadrigemina 79.
Corpora restiformia 76.
Corpus callosum 79.
Corpus ciliare 80.
Corpus epitheliale (Mollusca) 248.
Corpus fibrosum 50, 111.
Corpus Highmori **140**.
Corpus luteum **141**, 103.
Corpus opticum 74.
Corpus striatum 74.
Correlation **64**.
Corrosion **77**.
Cotyledonen 122.
Coxa (Insecta) 172.
Cranium 23.
Cribrellum 202.
Crista sterni 16.
Cristae staticae 96.
Crypten 121.
Ctenoidschuppen 87.
Cuticula **118**.
Cutis 86.
Cutiswall 91.
Cycloidschuppen 87.
Cysten 350.
Cysticerus 319, 321.
Cytopyge 350.
Cytostom 349.

D.

Dactylozoid 330.
Damm 111.
Darm **31**, **92**.
Darmbein 13.
Darmfaserplatte 116.
Darmrinne 117.
Darmsaft **94**.
Deciduata 122.
Deckknochen **126**.
Deckstück 333.
Delamination **160**.
Dendrit **129**, 71.
Dentale 26, 29.
Dentin 41.
Dentinpapille 41.
Deutomerit 357.
Diaphragma 50.
Diaster **134**.
Diastole **38**.
Dickdarm **97**.
Diffusion **84**.
Dimorphismus **148**.
Discus proligerus 109, **141**.
Dissepiment 233.
distal **68**.
Dornfortsatz 11.
dorsal **68**.
Dorsalebene **68**.
Dorsalkapsel 287.
Dotter **151**.
Dottersackwand 119.
Dotterstock 308.
Drüsen **87**.
Drüsen, alveoläre **88**.
Drüsen, tubulöse **88**.
Drüsen, Brunnersche **96**.
Drüsen, Hardersche 84.
Drüsen, Meibomsche 85.
Ductus Bartholini 55.
Ductus Botalli 141.
Ductus cochlearis 98.
Ductus Cuvieri 61.
Ductus ejaculatorius 176.
Ductus endolymphaticus 95.
Ductus hepatoentericus 43.
Ductus perilymphaticus 97.
Ductus pneumaticus 47.

Ductus sacculo-utricularis 98.
Ductus sacculo-cochlearis 98.
Ductus Stenonianus 58.
Ductus thoracicus **49**.
Ductus Whartonianus 55.
Dunen 89.
Dünndarm **95**, 56, 176.
Duodenum **31**, 56.
Dura mater 71.

E.

Echinococcus 321.
Eckzahn 53.
Ectocyste 296.
Eichel 113.
Ei, centrolecithal **151**, **162**.
Ei, ektolecithal **151**.
Ei, homoiolecithal **151**.
Ei, telocithal 151, 160, 162.
Eierstock **140**, 102.
Eifollikel 102.
Eihäute 120.
Eikammer 121.
Eileiter 106, 111.
Eimutterzelle 103.
Eistränge 102.
Eiweissdrüse 274.
Eizelle 102.
Einbettung **77**.
Ektoderm **157**, 115, 322.
ektolecithal **151**.
Ektoparasit **170**.
Ektoplasma 349.
Ellenbogengelenk 20.
Elytra 191.
Elytren 239.
Email 41.
Embryo **163**.
Empfindungsnerv **86**.
Endbäumchen **129**, 72.
endochondral **126**.
Endocyste 296.
endogastrisch 256.
Endolymphe 95.
endosmotisch **85**.
Endopodit 211.
Endostyl 291.
Endothel 60.
Endothelschichte **82**.
Endsack **97**.
Energie, specifische **182**.
Entoderm **157**, 115, 322.
Entodermepithel **93**.
Entoparasit **170**.
Entoplasma 349.
eparteriell 57.
Ephyra 342.
Epibolie **160**.
Epibranchiale 25.
Epidermis 86.
Epididymis 108.
Epiglottis **40**, 50.
Epimerit 357.
Epioticum 25.
Epiphragma 275.
Epiphyse 74.
Epipodit 213, 223.
Epipodium 245.
Episternum 13.
Epistropheus 14.
Epithelgewebe **118**.
Epithelmuskelzelle 324.
Epoophoron 108.
Erregung **181**.
Ersatzzahn 54.
Ethmoidale 26.
Ethmoidalregion 24, 26.
Exkret **87**.
Exkretkörnchen 350.
exogastrisch 256.
Exopodit 211.
Exoskelet 165.
exosmotisch **85**.
Exspiration **51**.
Extremität 5.
Exumbrella 325.

F.

Facettenauge 168.
Fäces **113**.
Fäkalafter 111.
Färbung, sympathische **175**.
Familia **14**.
Fangfaden 333.
Faser, achromatische **134**.
Faser, elastische **79**, **121**.
Faserknorpel **123**.
Faserstoff **84**.
Federafterschaft 89.
Federfahne 89.
Federfluren 89.
Federkiel 89.
Federraine 89.
Federschaft 89.
Federspule 89.
Federtasche 89.
Felsenbein 37.
Femur 20, 172.
Fettkörper 170.
Fettzellen **123**.
Fibrillen **79**, **121**.
Fibrin **84**.
Fibrinogen **84**.
Fibula 20.
Fibulare 20.
Finger 20.
Fingerglieder **59**.
Flagellum 257.
Flimmerhaare **118**, 349.
Flossen 11.
Flossenstrahlen 11.
Flügel 173.
Flügeladern 173.
Flügelmuskeln 172.
Flügelschuppen 187.
Follikel, Graafsche 109.
Follikelzellen 102.
Foramen magnum 23.
Foramen ovale 69, 97.
Foramen Panizzae 68.
Foramen rotundum 99.
Foramen transversum 18.
Fornix 79.
Fortpflanzung **138**, **139**.
Fossa Sylvii 78.
Fovea centralis 83.
Frontale 26.
Fühlercirren 237.
Fulcralkapsel 336.
Funiculus 296.
Furchung 153—156.
Furchungshöhle **156**.
Furcula 17.
Furkalfäden 218.
Fuss 20.
Fuss des Hirnschenkels 78.
Fussgelenk 20.
Füsschenkanal 277.
Fussscheibe 322.
Fussstummeln 236.

G.

Gabelbein 17.
Gallendrüsen **91**.
Gallengang 43.
Gallenkapillaren **91**.
Gallertgewebe **122**.
Gallertkern 18.
Gaumen 40.
Gaumen, harter 38.
Gaumen, knöcherner 27.
Gaumensegel 55.
Gang, Gartnerscher 108.
Gang, Müllerscher 104.
Gang, Wolffscher 104.
Ganglion 167.
Ganglion habenulae 74.
Ganglienknoten 167.
Ganglienzelle **129**, 71.
Ganoidschuppe 86.
Gastralfilament 334.
Gastralhöhle **158**.
Gastrozoid 330.
Gastrula **157**.
Gastrulamund **157**.
Gebärmutter 111.
Gefässe **82**.
Gefässe, Malpighische 170.
Gefässhof 119.
Gehirn **43**.
Gehirnblasen 73.
Gehirnganglienpaar 234.
Gehörorgane **185**.
Geisselhaar **118**.
Geisselkammer 347.
Gelber Körper 103.
Gemmulae 348.
Generatio aequivoca **137**.
Generationswechsel **147**.

Genitalkanäle 104.
Genitalkomplex, hermaphroditer 308.
Genitaltafel 279.
Genitaltasche 306.
Genus **13**.
Geraddarm 43.
Geruchsorgane **184**.
Geschlecht **13**.
Geschlechtskloake 275.
Geschlechtsniere 104.
Geschlechtsorgane **139**.
Geschlechtspforte 111.
Geschlechtswülste 111.
Geschlechtszellen, Reifung der **148**.
Geschmacksorgane **184**.
Gewebe **78**, **117**.
Gieszbeckenknorpel 48.
Giftdrüse 306.
Glandula thyreoidea 42.
Glans 113.
Glaskörper 80.
Glomerulus **90**, 101.
Glomus 101.
Glutin 121.
Gnathochilarium 208.
Gonaden **139**.
Gonadenraum 246.
Gonangien 330.
Gonophore 328, 333.
Graafscher Follikel **140**, 109.
Griffelbeine **61**.
Grimmdarm **31**.
Grosshirnschenkel 74.
Grundsubstanz **121**.

H.

Haar 90.
Haarbalg 90.
Haarbündel 90.
Haargefässe **47**, 60.
Haarscheide 90.
Haarwirbel 90.
Hämoglobin **127**.
härten **77**.
Halbdunen 89.
Halteren 189.
Hammer 100.
Hand 20.
Handgelenk 20.
Handskelet des Menschen **59**.
Hardersche Drüse 84.
Harnblase 48, 51, 56, 108.
Harnblasengang 114.
Harnkanälchen 89, 101.
Harnleiter 106.
Harnsamenleiter 105.
Hauptkern 350, 358.
Haut 86.
Hautfaserplatte 116.
Hautkiemen 49.
Hectocotylus 257.
Hemisphären 74, 79.
Hepar 43.
herbivor **166**.
hermaphrodit **142**.
heterocerk 12.
Heterogonie **147**.
heteronom 236, **96**.
Herz des Menschen **36**, **37**.
Herzbeutel **37**.
Herzbeutel der Mollusken 246.
Herzkammer **37**, 60.
Herzohr 69.
Hilus der Niere **90**.
Hinterhauptschuppe 37.
Hinterhirn 73, 74.
Hinterleibsegment 166.
Hirnanhang 74.
Hirnfurchen 79.
Hirnwindung 79.
Hoden **139**, 102.
Hodensack 112.
Hohlvene **36**.
holoblastisch **159**.
holometabol 178.
homocerk 12.
homolog **74**.
homomorph 178.
homonom **69**, 236.
homoiolecithal **151**.
homoiotherm 69.
Hornhaut 81.
Hornhaut, äussere, innere 248.
Huf 94.
Hufstrahl 94.
Humerus 20.
Hydatide, gestielte 108.
Hydranth 328.
Hydromeduse 326.
Hydrula 326.
Hymen 113.
Hyoidbogen 24.
Hyoideum 25.
Hyomandibulare 24, 27.
hyparteriell 57.
Hypobranchiale 25.
Hypodermis 165.
Hypophyse 42, 74.

I.

Ileum **31**.
Imaginalscheibe 178.
Imago 178.
Incisivus 53.
Incus 100, 298.
Indeciduat 122.
Infundibulum **97**, 42, 74.
Infrabasalstücke 288.
Infraorbitalia 27.
Injektion **77**.
inserieren **81**.
Inspiration **51**.
Instinkt **183**.
Interbranchiale
Intercalare 10.
Intercellularsubstanz **121**.
Intermedium 20.
Interoperculum 27.
interorbitale
interradial 276.
Intertarsalgelenk 22.
intervertebral 9.
Intestinum crassum **97**.
Intestinum tenue **95**.
Intima **82**.
Invagination **157**.
Iris 80.
Isthmus Vieusseni 69.

J.

Jacobsonsches Organ 49.
Jejunum **31**.
Jugale 26, 28.

K.

Kamm 84.
Kammkieme 46.
Kanal, Haversscher **125**.
Kanal, Laurerscher 313.
Kapsel, Bowmannsche 101.
Kapsel, Glissonsche **91**.
karnivor **167**.
kaudal **67**.
Kauladen 211.
Kaumagen 223, 298.
Kauplatte 175.
Keilbein 37.
Keimblätter **157**, **158**.
Keimblase 116.
Keimfalten 102.
Keimscheibe **162**, 115.
Keimstock 308.
Kehldeckel **40**, 50.
Kehlkopf **40**, 48.
Kehlspalte **40**.
Kelchdecke 287.
Kelchporen 288.
Kelchtafeln 288.
Kern **115**, **116**.
Kern, stationärer 360.
Kernfäden **117**.
Kieferbogen 24, 26.
Kieferfühler 196.
Kiefertaster 196.
Kieme 45, 236, 246.
Kieme, äussere 65.
Kieme, gedeckte 45.
Kiemenarterie 63.
Kiemendeckel 46, 232.
Kiemendeckelkieme 46.
Kiemenhaut 46.
Kiemenhöhle 46.
Kiemenvene 63.

Kinn 175.
Klammerfuss 220.
Kleinhirn 75, 79.
Kloakensipho 249.
Kniegelenk 20.
Knochen, periostaler **126**.
Knochengewebe **124**.
Knochenhaut **126**.
Knochenkörperchen **124**.
Knochenknorpel **124**.
Knochenlamellen **125**.
Knochenmark **126**.
Knochennaht **30**.
Knochensubstanz **124**.
Knochenzellen **124**.
Knorpel, dreieckiger 98.
Knorpel, hyaliner **123**.
Knorpelgewebe **123**.
Knorpelhaut **124**.
Knospung **138**.
Kolonie **139**.
Kommissur 72.
Konjugation 350, 360.
konservieren **76**.
Konturfedern 89.
Kopf (Cephalopoda) 254.
Kopfbruststück 213.
Kopfkappe 260.
Kopfschild 213.
Kopulation 350.
Körnerschicht 83.
Körper, gelber 141.
Körperchen, Herbst'sche 90.
Körperchen, Malpighi'sche **90**.
Körperchen, Meissner'sche 91.
kranial **67**.
Kralle 94.
Krallenplatte 92.
Krallensohle 92.
Kranzdarm 325.
Kreuzbein 18.
Kreuzung **141**.
Kriechfuss 220.
Kriechsohle 261.
Krone (Zahn-) 41.
Kropf 52, 176, 257.
Krummdarm **31**.
Krypten, Lieberkühn'sche **95**, 56.
Krystalllinse 80.
Krystallkegelzellen 169.
Krystallstiel 251.

L.

Lab **95**.
Labdrüsen **95**.
Labyrinthblase 95.
Labyrinthregion 24, 25.
Lacrymale 26, 29.
Lagena 96.
Lamina spiralis 98, 100.
Lappenqualle 335.
Larynx **40**, 48.
lateral **68**.
Laterne des Aristoteles 280.
Larve 170.
Leber **90**, **91**, 43.
Lebervene **36**.
Lecithon **151**.
Lederhaut 86.
Leerdarm **31**.
Legescheide 177.
Leibeshöhle 4.
Leim **121**.
Lemniscus 305.
Leukocyten **83**, **127**.
Liebespfeilsack 274.
Lien **33**, 70.
Ligamentum spirale 98.
Ligamentum suspensorium 83, 305.
Lippen 54.
Liquor folliculi **140**.
Lobenlinie 258.
Lobus inferior 76.
Lobus olfactorius 74.
Lobus posterior 77.
Löcher, pneumatische 57.
Lophophor 296.
Luftgang 47.
Luftröhre **40**, 48.
Luftsäcke 57.
Lungen **97**.
Lungen der Spinnen 197.
Lungen der Schnecken 274.
Lungenalveolen **97**, 49.
Lungenarterie **38**.
Lungenlappen 58.
Lungensäcke 42, 48.
Lungenvene **38**, 64.
Lymphe 49.
Lymphdrüsen, **49**, 70.
Lymphgefässe **49**, **85**, 70.
Lymphherzen 70.
Lymphknoten **85**.
Lymphsinus **85**.

M.

Macronucleus 358.
Maculae staticae 96.
Made 178.
Madreporenplatte 277.
Madreporentafel 280.
Magen **95**, 42.
Magenebene 343.
Magengefässe 344.
Magenmund 42.
Magensaft **94**, **95**.
Magenschlauch 333.
Magenstiel 325.
Makromeren **160**.
Makronukleus 358.
Mala 175.
Malleus 100, 298.
Mammartasche 91.
Mandibula 24.
Mandibeln 174.
Mantel 74, 245, 290.
Mantelhöhle 246.
Mantellinie 251.
Mantelschloss 254.
Mark der Niere **90**.
Mark, verlängertes 75.
Markscheide **130**.
Marsupium 92.
Mastdarm **33**.
Mauerblatt 323, 339.
Mauser 89.
Maxilla 26.
Maxillen 174.
Maxillarfuss 215, 220.
median **68**.
Medulla oblongata 75.
Medulla spinalis 71.
Medullarrinne 116.
Meduse 325.
Membrana basilaris 97.
Membrana branchiostega 46.
Membrana Reissneri 98.
Membrana tympaniformis 59.
Meniscus vertebralis 16.
Mentum 175.
meroblastisch 162.
Mesenterium **93**, 40.
Mesenterien 233.
Mesenterialsepten 233.
Mesoderm **158**, **168**, 115, 324.
Mesonephros 102.
Mesothorax 170.
Metacarpale **59**, 20.
Metagenesis **147**.
Metameren **69**.
Metamorphose **144**, 170.
Metanephros 106.
Metapodium 245.
Metatarsale 20.
Metathorax 170.
Mikromeren **160**.
Mikronukleus 358.
Mikropyle **153**.
Mikrotom **78**.
Milchdrüsen 91.
Milchzahn 54.
Milchzitzen 92.
Milz 70.
Mimicry **176**.
Mittelhandknochen **59**.
Mittelhirn 73, 74.
Mittelscheibe **128**.
Molar 54.
Monaster **134**.
Morgagni'sche Hydatide 108.
morphologisch **63**.
Morula **157**.
motorisch.
Mucosa **94**, 40.
Mundbucht 40.

Mundlappen 251.
Mundscheibe 322.
Mundsegel 262.
Mundstiel 325.
Mundwulst 326.
Muscheln der Nase 49, 55.
Muskeln **80**.
Muskeln, glatte **80**, **82**, **129**,
Muskeln, quergestreifte **80**. **128**.
Muskelfasern **128**.
Muskelkörperchen **128**.
Muskelmagen 52.
Muskelnarbe 251.
Mutterkuchen 111, 121.
Myonema 349, 358.
Myotom 118.

N.

Nabel 117.
Nachhirn 73, 74.
Nachschieber 173.
Nackenband 257.
Nagel 93.
Nagelplatte 92.
Nahrungsvakuole 349.
Nährzellen 176.
Nasale 26.
Nasengruben 42.
Nasenmuscheln 37.
Nauplius 213.
Naupliusauge 213.
Nebendarm 280.
Nebenhoden 108.
Nebenkern 350, 358.
Nebenzunge 54.
Needhamsche Tasche 256.
Nephridien 209, 234.
Nephrotom 118.
Nerven **43**, **85**, **129**.
Nervenfaser **86**.
Nervenknorpel 98.
Nervenrohr 3, 71, 116.
Nervöse Organe **181**.
Nervus abducens 76.
Nervus accessorius 76.
Nervus acusticus 76.
Nervus facialis 76.
Nervus glossopharyngeus 76.
Nervus hypoglossus 76.
Nervus oculomotorius 75.
Nervus olfactorius 75.
Nervus opticus 75, 80.
Nervus trigeminus 76.
Nervus trochlearis 75.
Nervus vagus 76.
Nesselbatterie 324.
Nesselzelle 324.
Nestflüchter 89.
Nesthocker 89.
Netzhaut 80, 83.
Netzknorpel **123**.
Neurapophyse 9.
Neurit **130**, 71.
Neurilemma **130**.
Neurogliazellen 71.
Neuron 71.
Nickhaut 84.
Nidamentaldrüse 256.
Niere **89**.
Nierensack 247.
Nomenklatur, binäre **18**.
Notum 172.
Nukleus 115.
Nukleus der Salpen 292.

O.

Oberarm 20.
Oberkiefer 174, 246.
Oberlippe 174.
Oberschenkel 20.
Occipitalregion 24, 25.
Occipitale 25.
Ocellen 329.
Odontoblasten 41.
Oesophagus **95**, 42.
Ohrmuschel 100.
Ommatidium 169.
Oncosphaera 319.
Ooecien 297.
Ootyp 313.
Operculare 29.
Operculum 27, 46, 232, 261.
opisthocöl 13.
Opisthoticum 25.
Orbitalregion 24, 26.
Orbitosphenoid 26.
Ordnung **13**.
Ordo **13**.
Organ, Bojanussches 251.
Organ, Cortisches 100.
Os entoglossum 30.
Os ilei 13.
Os ischii 13.
Os pubis 13.
Os sternocostale 16.
Osculum 345.
Osphradium 246, 248.
Ossifikation **126**.
Ostia arteriosa **38**, **39**, 67.
Ostien des Arthropodenherzen 167, 172.
Ostium atrioventriculare **38**, 6.
Ostium venosum 61.
Osteoblast **124**.
Ostracum 255.
Ovarium 102.
Ovidukt 106, 176.
ovipar **137**, **142**.

P.

Paedogenese **143**.
Palatinum 26.
Palatoquadratum 24.
Pallium 74.
Palpen 237.
Palpus maxillaris 175.
Pankreas der Vertebraten 43.
Pankreas der Cephalopoden 256.
Papilla acustica 97.
Papilla optica 83.
Papilla vallata 54.
Papillarmuskeln 69.
Parachordalplatte 27.
Paradidymis 108.
Parapodien 236.
Parapodium 245.
Parapophyse 9.
Parasit **170**.
Parasphenoid 26, 27.
Parenchym **75**, 306, 308.
Parietalauge 78.
Parietalganglion 248.
Parietale 25.
Parotis 55.
Parovarium 108.
Pars cavernosa urethrae 114.
Pars lagenaris 97.
Pars membranacea 114.
Pars prostatica urethrae 114.
Parthenogenese **142**.
Paukenhöhle 48, 97.
Paukentreppe 98.
Pecten 85.
Pedalganglion 248.
Pedicellarien 280.
Pedipalpen 196.
Pedunculi cerebri 74.
Penis 50, 113, 275.
Penisknochen 114.
Penisröhre 113.
Penisscheide 112.
Pepsin **95**.
Pepsindrüsen **95**.
Perception **181**.
Peribranchialnische 290.
Pericardium 37.
Pericardialdrüse 247.
Pericardialhöhle 246.
Perichondrium **124**.
perichondral **126**
Perimysium **80**.
Perinaeum 111.
Periost **126**.
Perisark 327.
peristaltisch **92**.
Peristom 358.
Pes Hippocampi 79.
Pes pedunculi 78.
Pfortader **36**.
Pförtner 43.
Phacellen 335.
Phalangen **59**, 20
Pharyngealsack 309.
Pharynx 170, 237, 309.
Phragmokon 255.
physiologisch **63**.
Pia mater 71.

Pigmentzelle **123**.
Pilidium 306.
Pinnulae 288.
Pipel 89.
Placenta 111, 121.
Placenta diffusa 122.
Placenta discoidalis 121.
Placenta foetalis 121.
Placenta materna 121.
Placenta polycotyledonalis 122.
Placenta zonaria 121.
Placoidschuppen 86.
Planula 161.
Plaques, Peyersche **96**.
Plerocercoid 319.
Pleura 172.
Pleurae 233.
Pleuralganglion 248.
pleurodont 51.
Plica fimbriata 54.
Pneumatophore 333.
poikilotherm 69.
Pol, animaler **155**.
Pol, vegetativer **155**.
Polypenschlauch 322.
Poren 345.
Postfrontale 26, 29.
Postorbitale 26.
Praemaxilla 26.
Praemolar 54
Praefrontale 26, 29.
Praeoperculum 27.
Primitivstreif 115.
Princip der Korrelation **64**.
Processus falciformis 83.
Processus spinosus 11.
Processus transversus 14.
Processus uncinatus 16.
Processus vermiformis **32**.
Processus xiphoideus 18.
procöl 13.
Procoracoid 13.
Proctodaeum 40.
Proglottis 318.
Projektionssystem 72.
Pronephros 101.
Prooticum 25.
Propodium 245.
Prostata 114.
Proterandrie **142**, 309.
Proterogynie **142**.
Prothorax 170.
Protopodit 211.
Protomerit 357.
proximal **68**.
Pseudobranchie 46.
Pseudonavicellen 357.
Pseudopodien **117**, 349.
Pterygoid 26.
Pterygopodium 106.
Pulsschlag 38.
Punktauge 168.
Pupille 80.
Puppenzeit 178.
Putzfuss 220.
Pylorus 43.
Pylorusdrüsen **95**.

Q.

Quadratojugale 26, 34.
Quadratum 26.
Querfortsätze 14.

R.

Rabenbein 13.
radiär **69**.
Radiärkanal 325.
radiär-symmetrisch **69**.
radial 276.
Radiale 20.
Radii branchiostegi 27, 125.
Radius 20.
Radula 246.
Räderorgan 298.
Ramus dorsalis 72.
Ramus intestinalis 72.
Ramus ventralis 72.
Rankenfüsse 220.
Receptaculum seminis 177, 274.
Recessus utriculi 96.
Rectaldrüsen 170.
Rectum **33**, 43.
Redie 314.
Reduktionsteilung **134**.
Reflexbewegung **183**.
Regenbogenhaut 80.
Region **66**.
Reibeplatte 52.
Reizschwelle **182**.
resorbieren **85**.
Rete vasculosum Halleri 105, 140.
Retina 80.
Retinula 169.
Retractor bulbi 82.
Retractor lentis 83.
Rhabdom 169.
Rhachis 233, 302.
Rhinophorien 262.
Rhopalien 335.
Rhynchocölom 306.
Rhynchodaeum 306.
Richtungskörper **150**, 103.
Riechhöhle 49.
Riechhügel 52.
Riechlappen 74.
Rinde **90**.
Ringknorpel 50.
Ringgefäss 325.
Rippen 4, 9, 18, 344.
Rippe, Tuberculum der 14.
Rippe, Capitulum der 14.
Rostellum 319.
Rostrum 123, 224, 230.
Rückenmark **43**.
Rückenmarksrohr 4.
Rückensaite 3.
Rückenschild 218.
Rückenschuppe 172.
Rumpf 4.

S.

Sacculus 95.
sagittal **68**.
Sagittalebene **67**.
Saisondimorphismus **146**.
Sakralwirbel 13, 14.
Samenblase 114, 176.
Samenfollikel 103.
Samenleiter 108.
Samenmutterzelle 103.
Samenpatrone 256.
Samenrinne 50, 111.
Samenstränge 102.
Samentasche 177, 274.
Samenzelle 103.
Sarcode 348.
Sarcolemma **128**.
Sarcoplasma **128**.
Saugfüsschen 361.
Saugmagen 176.
Saugnapf 243, 312.
Scala vestibuli 99.
Scala tympani 98.
Scapula 13.
Sclera 80.
Scleroticalring 84.
Sclerotom 118.
Schädelkapsel 9.
Schaft 175.
Schale 246.
Schalendrüse 213, 308.
Schalenligament 249.
Schaltstück **90**.
Schambein 13.
Schamlippen 112, 113.
Scheibe, Hensensche **128**.
Scheibe, Krausesche **128**.
Scheide 112.
Scheide, Schwannsche **130**.
Scheinfüsschen 349.
Scheitelbeuge 74.
Scheitelplatte 238.
Schild 139.
Schilddrüse 42.
Schildknorpel 50.
Schizocöl **163**.
Schizocölom 246.
Schläfenbein 37.
Schlagader 60.
Schläuche, Cuviersche 283.
Schleierqualle 327.
Schleife, Henlesche **90**.
Schleimhaut des Darmes **94**.
Schliessmuskel 249.
Schlosszähne 251.
Schlundbogen 23, 28.

Schlundganglion 167.
Schlundgefässbogen 61.
Schlundknochen 47, 125.
Schlundspalten 43.
Schlundtaschen 42.
Schlüsselbein 13.
Schmelz 41.
Schmelzglocke 41.
Schmelzzellen 41.
Schnabelscheide 52.
Schneidezahn 53.
Schneckenfenster 99.
Schnelligkeit des Blutes **50**.
Schnittserie 78.
Schulterblatt 13.
Schuppen 86, 88, 139.
Schwanzdarm 43.
Schwanzflosse 11, 12.
Schweissdrüsen 90.
Schwellgewebe, kavernöses 50.
Schwimmblase 42, 47, 333.
Schwimmglocke 333.
Schwimmlappen 261.
Sclerodermit 336.
Scolex 318.
Scuta 222.
Scyphomeduse 335.
Scyphostoma 341.
Scyphula 334.
Segment **69**, 233.
Segmentalorgan 234.
Segmentaltrichter 234.
Sehhügel 74.
Sehloch 80.
Sehnenhaut 80.
Sehnerv 80.
Sehzellen 83.
Seitenbronchus 57.
Seitenkanäle 87.
Seitenlinie 302.
Seitenplatte 117.
Sekret **87**.
Sensibilität **181**.
Septum (Cephalopodenschale) 255.
Septum atriorum 64.
Septum interbranchiale 45.
Septum interorbitale 35.
Septum narium 49.
Serum **84**.
Siebbein 37.
Singmuskeln 59.
Sinneshügel 88.
Sinneskörper 344.
Sinnesnerv **181**.
Sinnesorgan **181**.
Sinnespol 343.
Sinus rhomboidalis 73.
Sinus superior utriculi 95.
Sinus urogenitalis 111.
Sinus venosus 61.
Sipho 249, 255, 267, 270.
Sitzbein 13.
Skelet **29**, **30**.
skeletogene Schicht 4, 9.
Sklera 80.
Sklerotikalknochen 84.
Sohlenballen 92.
Somatopleura **158**, 116.
Spadix 260, 329.
Spaltfuss 211.
Spaltleibeshöhle 246.
Speckgerinsel **84**.
Spermatide **149**, 103.
Spermatocyste 103, 265.
Spermatocyte **149**, 103.
Spermatogonie **149**, 103.
Spermatophore 213, 256.
Spermatozoon **139**, **150**, 102
Species 5.
Speiseröhre **95**, 42.
Sphaeridien 278, 280.
Sphinkter 43.
Spicula 302.
Spinalganglion 72.
Spinalnerv 72.
Spindelmuskel 267.
Spinndrüsen 202.
Spinnwarzen 202.
Spiraculum 292.
Spiralcöcum 256.
Spiralfaden 171.
Spiralklappe 47.
Splanchnopleura **158**, 116.
Spongioplasma **116**, 349.
Sporocyste 314.
Sporosac 329.
Spritzloch 45.
Spritzkanal 45, 124.
Spritzkieme 45.
Squamosum 25.
Stacheln 90, 279.
Stammbronchus 57.
Stammhaare 90.
Stapes 97.
Statistischer Sinn **185**.
Statoblasten 297.
Statolithen 96.
Steg 59.
Steinkanal 277.
Stemma 168.
Sternleiste 339.
Sternum 13, 15, 172.
Stigma 171.
Stilet 306.
Stimmband 59.
Stimmmembran 59.
Stimmritze 59.
Stipes 175.
Stoffwechsel **99**.
Stolo 335.
Stomodaeum 40.
Stratum corneum 87.
Stratum Malpighi 87.
Stratum proprium **94**.
Streifenhügel 74.
Strobilation 342.
Stroma **79**.
Stützzellen 103.
Subcuticula 301.
Submucosa **94**, 40.
Suboperculum 27.
Substanz, anisotrope **128**.
Substanz, compacte **125**.
Substanz, graue 72.
Substanz, isotrope **128**.
Substanz, spongiöse **126**.
Substanz, weisse 72.
Subumbrella 325.
Supraorbitale 26.
Supraclaviculare 125.
Suturlinie 255.
Symbiose **170**.
Symmetrie **69**.
Sympathisches Nervensystem 72.
Symphyse 19.
Symplecticum 27.
Synonyma **19**.
Syrinx 59.
System **13**.
Systole **38**.

T.

Taeniae **97**.
Talgdrüse 90.
Tangentialebene **67**.
Tapetum lucidum 83.
Tarsale 20.
Tarsus 85, 172.
Taster 175.
Tasthaar 90.
Tastorgane **184**.
Tastzellen 87.
Tegmentum vasculosum 98
Teilstück **69**.
Teilung **138**, 350.
Tela chorioidea 75.
Telodendrien **129**.
telolecithal **151**.
Tentakelgefässe 344.
Terga 222.
Testis 102.
Thalami optici 74.
Theca **80**.
thekodont 51.
Thoraxsegment 166.
Thränendrüse 84.
Thränennasengang 47, 84.
Thymusdrüse 42.
Thyreoidea 42.
Tibia 20, 172.
Tibiale 20.
Tierstock **138**.
Tintenbeutel 256.
topographisch **63**.
Trabeculae cranii 27.
Trachea **40**, 48.
Trachealring 48.
Tracheen 171.
Tracheenkiemen 180.

transversal **68**.
Transversum 26, 29.
Trichter 254, 344.
Trichterebene 343.
Trichterganglion 257.
Trichtergefäss 344.
Trichterklappe 260.
trimorph **148**.
Trivium 282.
Trochanter 172.
Trochus 298.
Trommel 59.
Trommelfell 48, 97.
Truncus arteriosus 61, 67.
Truncus lymphaticus **49**.
Tuba, Eustachii 48, 97.
Tuba, Fallopii 104.
Tuberculum der Rippe 15.
Tubuli contorti **90**, 139.
Tubuli recti **140**.
Tunica 290.
Tunica adventitia **82**, 60.
Tunica albuginea **90**, **139**.
Tunica media **82**, 60.
Tunica serosa **93**.

U.

Ulna 20.
Ulnare 20.
Umbrella 325.
uniserial 10.
Unterarm 20.
Unterkiefer 24, 174.
Unterlippe 175.
Unterschenkel 20.
Urdarm **158**.
Urei **140**, 102.
Ureierfalte 109.
Ureizelle 103.
Ureter 106.
Urethra 114
Urmund **158**.
Urnieren 101.
Urochord 292.
Urodaeum 50.
Urogenitalgänge **104**.
Ursamenzelle **149**, 103.
Ursegmente 117.
Urwirbel 117.
Urzeugung 137.
Uterus masculinus 108, 114.
Uterus 111, 309.
Utriculus 95.

V.

Vagina 112, 176.
Vakuole **116**, 359, 350.
Valvula ileocoeliaca 50.
Valvula mitralis **42**.
Valvula semilunaris 39, 42.
Valvula tricuspidalis **39**.
Variabilität **146**.
Variation **146**.
Vas deferens **140**, 108, 176.
Vasa efferentia testis **140**, 105.
Vasa hyaloidea 83, 84.
Velum 327.
Velum palatinum 55.
Vene **37**, **82**, 60.
Venenherz 257.
Venenklappen **45**. 60.
Vena branchialis 63.
Vena cardinalis 61.
Vena cava **36**.
Vena hepatica **36**, 61.
Vena portae **36**, 61.
Vena pulmonalis **38**, **39**, 64.
ventral 68.
Ventriculus **37**, 42.
Ventriculus (Herz) 60.
Ventriculus communis 73
Ventriculus Morgagni 59.
Ventriculus quartus 73.
Ventriculus tertius 73.
Vererbung **145**.
vertebral 9.
Verwachungsband 256 260.
Vesica natatoria 47.
Vesicula seminalis 114.
Vestibulum 97.
Vestibulum vaginae 112.
Vibracularien 297.
Vierhügel 79.
Visceralganglion 243.
Visceropericardialöffnung 260.
vivipar **137**, **142**
Vivisektion **50**
Vomer 26.
Vorderhirn 73, 74.
Vorderschild 232.
Vorhof **37**, 60.
Vorhof der Nase 49.
Vorhofmuschel 52.
Vorhofstreppe 99.
Vorkern, weiblicher **150**.
Vormagen 52, 176.
Vorniere 101.
Vorsteherdrüse 114.

W.

Wanderkern 360.
Wassergefässring 277.
Wassergefässsystem 277.
Wasserlungen 283.
Wimperzone 358.
Winterschlaf **168**.
Wirbel 9, 10, 13.
Wirbelkörper 9.
Wirbelsäule 9.
Wohnkammer 255.
Wurm 78, 79.
Wurmfortsatz **31**.
Wurzel (Zahn) 41.
Wurzel, motorische 72.
Wurzel, sensorische 72.

Z.

Zähne 40.
Zahnkrone 41.
Zahnpapille 41.
Zahnwurzel 41.
Zapfen, Seh- 83.
Zehen 20.
Zellen **115**.
Zellafter 350.
Zellform **117**.
Zellkern **115**, **116**.
Zellmembran **115**.
Zellmund 349.
Zellteilung **134**.
Zirbeldrüse 74.
Zitterflamme 299.
Zitzen 92.
Zoëa 214.
Zonula Zinnii 84.
Zooid 337.
Zotten **96**, 56, 121.
Zunge 42, 175.
Zungenbein 29.
Zwerchfell **31**, 50.
Zwischenhirn 73, 74.
Zwischenscheibe **128**.
Zwitter **142**.
Zwitterdrüse **142**, 249, 274.
Zwittergang 249, 274.
Zwölffingerdarm **31**, 56.

Alphabetisches Verzeichnis
der im Texte angeführten systematischen Tiernamen.

A.

Abraxas 188.
Acantharia 355.
Acanthia 185.
Acanthias 124.
Acanthocephali 305.
Acanthocystis 354.
Acanthometra 355.
Acanthopteri 127.
Acanthotheutis 259.
Acarina 203.
Acipenser 128.
Accipitres 151.
Acineta 361.
Acinetina 361.
Acoela 311.
Acotylea 311.
Actinia 339.
Actiniaria 338.
Actinophrys 354.
Actinosphaerium 354.
Aegineta 331.
Aegoceratidae 258.
Aeolidia 266.
Aeschna 180.
Agelacrinus 289.
Aglossa 135.
Aglyphodonta 140.
Agrion 180.
Agrotis 188.
Alauda 155.
Alca 152.
Alcedo 154.
Alcidae 152.
Alciope 238.
Alcyonidium 297.
Alcyonium 337.
Alligator 143.
Alloiocoela 310.
Amaltheidae 258.
Amblystoma 134.
Ameividae 138.
Amia 129.
Ammonitida 258.
Amoeba 351.
Amoebaeformes 351.
Amphibia 132.
Amphihelia 341.
Amphilina 317.
Amphineura 261.
Amphioxus 131.
Amphipoda 225.
Amphiporus 308.
Amphisbaena 138.
Amphistomida 314.
Amphiuma 133.
Amphiura 287.
Anabas 127.
Anacanthini 127.
Anas 150.
Anguilla 126.
Anguillula 303.
Anguis 138.
Anisopoda 227.
Annelides 233.
Annulata 138.
Anodonta 253.
Anomina 252.
Anomodontia 145.
Anoplotherium 161.
Anser 150.
Anseriformes 150.
Antilope 160.
Antipathes 339.
Anthomeduse 329.
Anthozoa 336.
Anthracotherium 160.
Anura 134.
Aphanostomum 311.
Aphis 184.
Aphrodite 239.
Aphrophora 184.
Apis 195.
Aplysia 263.
Apoda 284.
Appendicularia 292.
Aptenodytes 149.
Apterygiformes 148.
Apterygota 179.
Apteryx 148.
Apus 218.
Aquila 151.
Arachnoidea 196.
Araneida 201.
Arca 252.
Archaeopteryx 147.
Archaeornithes 147.
Archiannelida 243.
Archigetes 317.
Architheutis 260.
Ardea 151.
Arenicola 239.
Argonauta 258.
Argyroneta 203.
Argulus 217.
Aricia 239.
Arion 275.
Arthrostraca 224.
Articulata 288.
Artiodactyla 159.
Asaphus 233.
Ascalobotae 137.
Ascaris 303.
Ascetta 347.
Ascidia 291.
Ascoglossa 265.
Ascones 347.
Asellus 226.
Asilus 190.
Aspidobranchia 268.
Aspidoceratidae 258.
Aspidochirotae 284.
Astacus 231.
Asthenosoma 281.
Asterias 286.

Asteroidea 284.
Astraea 341.
Astraeidae 341.
Astrangidae 341.
Astroides 341.
Astropecten 286.
Astur 151.
Ateuchus 193.
Atlanta 274.
Atlantosaurus 145.
Atrypa 295.
Attus 203.
Aulacantha 356.
Aulacoceras 259.
Aulastoma 244.
Aurelia 342.
Auronectae 334.
Aves 146.
Avicula 252.

B.

Bacillus 181.
Bairtia 220.
Balanus 222.
Balaena 158.
Basommatophora 275.
Belemnites 259.
Belemnoideae 259.
Belemnotheutis 259.
Belodontidae 144.
Beyrichia 220.
Bilharzia 314.
Blaps 193.
Blastoidea 289.
Boa 140.
Bombinatoridae 135.
Bombus 195.
Bombycina 188.
Bombyx 189.
Bonellia 243.
Bos 160.
Bothriocephalus 319.
Bothriocidaridae 282.
Botryllus 292.
Bougainvillea 329.
Brachionus 300.
Brachiopoda 294.
Brachycera 190.
Brachiura 231.
Bradypus 158.
Branchiobdella 245.
Branchipus 218.
Branchiura 216.
Braula 191.
Brenthus 194.
Brevilinguia 137.
Brisinga 286.
Bryozoa 296.
Bubo 154.
Buccinum 270.
Buceros 154.
Bufo 135.
Bugula 297.
Bulla 263.
Buteo 151.
Buthus 199.

C.

Caenotherium 161.
Calceota 338.
Calopteryx 180.
Calyconecta 333.
Calyptraea 272.
Camelus 160.
Camelopardalis 160.
Camerata 288.
Campanaria 329.
Campanularia 330.
Campodea 179.
Cancer 231.
Cancellaria 271.
Canis 161.
Capitella 239.
Caprella 225.
Caprimulgus 154.
Capsus 185.
Carabus 192.
Cardium 253.
Carinaria 274.
Carinatae 149.
Carinella 307.
Carmarina 331.
Carnivora 161.
Caryocrinus 289.
Caryophyllaeus 317.
Cassida 194.
Cassis 272.
Castor 163.
Casuarius 148.
Catarrhina 164.
Catocala 188.
Cavicornia 160.
Cebus 164.
Cecidomyia 190.
Cephalopoda 254.
Cephalothrix 307.
Cerambyx 194.
Ceratites 258.
Ceratodus 130.
Ceratopsia 146.
Cercopithecus 164.
Cerianthus 339.
Ceriopora 298.
Cerithium 272.
Cervus 160.
Cestodes 316.
Cetacea 158.
Cetochilus 216.
Chaetopoda 236.
Chamäleon 138.
Charadrius 152.
Chauna 150.
Cheimatobia 188.
Chelifer 200.
Chelone 142.
Chelonia 141.
Chelys 142.
Chersidae 143.
Chilopoda 207.
Chimaera 125.
Chiromys 164.
Chiroptera 163.
Chiton 262.
Chondrostei 128.
Chrysomela 194.
Cicada 184.
Cicindela 192.
Ciconia 151.
Cidaris 280.
Cingulata 157.
Ciona 292.
Cirripedia 220.
Cladocera 218.
Clamatores 155.
Clavellina 292.
Clepsine 244.
Clio 264.
Cloë 180.
Clupea 126.
Clypeaster 281.
Coccinella 194.
Coccus 184.
Coecilia 134.
Coelenterata 322.
Coleoptera 191.
Collembola 179.
Colubriformia 140.
Columba 153.
Colymbus 149.
Comatula 289.
Compsognathus 146.
Condylarthra 159.
Conus 271.
Copelatae 292.
Copepoda 215.
Coracias 154.
Corallium 337.
Cordylophora 329.
Coronella 140.
Corvus 155.
Cosmoceratidae 258.
Cotylea 311.
Crangon 230.
Crania 295.
Crassilinguia 137.
Crax 153.
Creseis 263.
Crinoidea 287.
Cristatella 297.
Crocodilus 143.
Crotalus 141.
Crustacea 211.
Cryptobranchus 133.
Cryptoniscus 226.
Cryptophagus 193.
Cuculus 154.
Cucumaria 284.
Culex 190.
Cumacea 227.
Cunina 331.

Cyamus 225.
Cyathocrinus 289.
Cyathophyllum 338.
Cyclobranchia 269.
Cyclomyaria 293.
Cyclops 216.
Cyclostoma 273.
Cyclostomata 130.
Cygnus 150.
Cymbulia 264.
Cymothoa 226.
Cynips 196.
Cynocephalus 164.
Cypraea 272.
Cypridina 220.
Cyprinus 126.
Cypris 220.
Cypselus 155.
Cystoidea 289.
Cystonectae 334.

D.

Daphnia 219.
Dasypus 158.
Dasyurus 157.
Decapoda 229.
Decapoda 258.
Decticus 182.
Delphinus 158.
Demodex 204.
Dendrochirotae 284.
Dentalium 254.
Denticetae 158.
Dermaptera 179.
Dermestes 193.
Derotremata 133.
Desmomyaria 293.
Desoria 179.
Devexa 160.
Diastopora 298.
Diastylis 228.
Dibranchiata 257.
Dichobune 161.
Didelphis 157.
Didus 153.
Digenea 313.
Digonata 299.
Dinornis 148.
Dinosauria 145.
Dinotherium 161.
Diodon 128.
Diomedea 150.
Diphyes 333.
Diplopoda 208.
Diplozoon 313.
Dipneumones 203.
Dipnoi 129.
Diptera 189.
Discina 295.
Discodactylia 135.
Disconanthae 334.
Distomum 314.
Dochmius 303.
Doliolum 294.
Dolium 272.
Doris 266.
Dreyssena 253.
Dromia 231.
Dryophis 140.
Dynastes 193.
Dyticus 192.

E.

Ecardines 295.
Echidna 156.
Echinoconidae 281.
Echinodermata 276.
Echinoidea 278.
Echinorhynchus 305.
Echinosphaerites 289.
Echinothuridae 281.
Echinus 281.
Echiuridae 241.
Echiurus 243.
Ectoprocta 297.
Edentata 157.
Elapidae 140.
Elasipoda 284.
Elater 193.
Eledone 258.
Elephas 161.
Elpidia 284.
Elysia 265.
Emys 142.
Encrinus 289.
Endoceras 260.
Endoprocta 298.
Entomis 220.
Entomostraca 215.
Epeira 203.
Ephemera 180.
Equus 159.
Ergasilus 216.
Erinaceus 163.
Errantia 238.
Esox 126.
Estheria 218.
Euchroma 193.
Eudendrium 329.
Euechinoidea 280.
Euisopoda 226.
Eulamellibranchia 253.
Eunice 238.
Euphausia 229.
Euryalae 287.
Eurylepta 311.
Eurypterus 233.
Euscorpius 199.

F.

Falco 151.
Felis 162.
Fenestella 298.
Filaria 304.
Filibranchia 252.
Fissilingnia 138.
Fissobranchia 268.
Fissurella 268.
Floscularia 300.
Forficula 179.
Formica 195.
Fringilla 155.
Frugivora 163.
Frugivora 157.
Fulgora 184.

G.

Gadus 127.
Galbula 155.
Galeodes 199.
Galliformes 153.
Gallus 153.
Gammarus 225.
Ganoidei 128.
Gasterosteus 127.
Gastropacha 189.
Gastrophilus 190.
Gavialis 144.
Gecarcinus 231.
Geodesmus 311.
Geometrina 188.
Geophilus 207.
Glomeris 208.
Glyptodon 158.
Gnathobdellida 244.
Goliathus 193.
Goniatidae 258.
Gordius 303.
Gorgonidae 337.
Gorgonocephalus 287.
Graptolithidae 331.
Grus 152.
Gruiformes 152.
Gryllotalpa 182.
Gryllus 182.
Gunda 311.
Gymnolaemata 297.
Gymnophiona 134.
Gymnorhina 164.
Gypogeranus 152.
Gyroceras 260.
Gyrodactylus 313.

H.

Halicore 158.
Haliotis 269.
Haltica 194.
Harpa 271.
Harpactor 185.
Harpoceratidae 258.
Hatteria 144.
Heliopora 338.
Helix 275.
Hesperornis 149.
Heterodera 303.
Heteronemertini 308.
Heteropoda 273.

Hexacorallia 338.
Hexacrinus 288.
Hippobosca 191.
Hippocampus 128.
Hippopotamus 160.
Hirudinea 243.
Hirudo 244.
Hirundo 155.
Hister 192.
Holocephala 124.
Holostei 129.
Holostomida 314.
Holothuria 282, 284.
Homarus 231.
Homo 164.
Humivagae 137.
Hyaena 162.
Hyaleidae 263.
Hydatina 300.
Hydra 328.
Hydrachna 204.
Hydrochoerus 163.
Hydrocoralliae 330.
Hydrophidae 140.
Hydrophilus 192.
Hydrozoa 326.
Hylidae 135.
Hylurgus 194.
Hymenoptera 194.
Hyracodon 159.
Hyracotherium 159.
Hystrix 163.

I.

Ibis 151.
Ichneumon 195.
Ichthyoidea 133.
Ichthyopterygia 144.
Ichthyornis 149.
Ichthyosaurus 145.
Iguana 137.
Iguanodon 146.
Illoricata 300.
Impennes 149.
Inadunata 289.
Innuus 164.
Insectivora 163.
Irregulares 281.
Isis 337.
Isopoda 226.
Ixodes 204.

J.

Janthina 270.
Julus 208.

L.

Labrus 127.
Lacerta 138.
Laemodipoda 225.
Lagomorpha 163.
Lamellibranchiata 249.
Lamellirostres 150.
Lampyris 193.
Lanius 155.
Larus 152.
Lemur 164.
Lepas 222.
Leperticia 220.
Lepidoptera 187.
Lepidosiren 130.
Lepisma 179.
Lepidosteus 129.
Leptocardii 131.
Leptomedusen 329.
Leptoplana 311.
Leptostraca 224.
Lepus 163.
Lernaeocera 216.
Libellula 180.
Ligula 319.
Limacina 264.
Limapontia 265.
Limax 275.
Limicolae 240.
Limnobates 185.
Limulus 232.
Lineus 308.
Linguatulida 205.
Lingula 295.
Lithodomus 252.
Litorina 272.
Lithostrotion 338.
Lituites 260.
Locusta 182.
Loligo 260.
Loligopsis 259.
Lophiodon 159.
Lophobranchii 128.
Loricata 300.
Lucanus 193.
Luciae 292.
Lumbriculus 240.
Lumbricus 241.
Lycaena 189.
Lymnaeus 275.
Lytoceratidae 258.
Lytta 194.

M.

Machetes 152.
Macrauchenia 159.
Macrobiotus 205.
Macrolepidoptera 188.
Macropus 157.
Macrura 230.
Madrepora 399.
Maja 231.
Malacostraca 222.
Mammalia 156.
Manis 157.
Mantis 181.
Margelis 329.
Marsupialia 157.
Mastodon 161.
Megalosaurus 146.
Megapodiidae 153.
Megatheridae 158.
Melania 272.
Meligethes 193.
Melolontha 193.
Melonites 281.
Membranipora 297.
Menura 155.
Mergus 150.
Mermis 303.
Merops 154.
Merostomata 232.
Mesonemertini 307.
Mesostomum 310.
Metanemertini 307.
Microgaster 195.
Microlepidoptera 188.
Millepora 331.
Mitra 271.
Molpadia 284.
Mollusca 245.
Monascidia 291.
Monodon 158.
Monogenea 313.
Monogonata 299.
Monograptus 331.
Monostomida 314.
Monotremata 156.
Morosaurus 145.
Motacilla 155.
Mycetes 164.
Mygale 203.
Myodes 163.
Myomorpha 163.
Myopsidae 259.
Myriapoda 206.
Myrmecophaga 157.
Myrmeleon 186.
Mysis 229.
Mysticetae 158.
Mytilus 252.
Myxine 131.
Murex 270.
Mus 163.
Musca 190.
Mustela 162.
Mustelus 124.

N.

Nais 240.
Naja 140.
Narcomedusae 331.
Natantia herbivora 158.
Natica 272.
Nautilus 260.
Nebalia 224.
Necrophorus 192.
Nemathelminthes 301.
Nematocera 190.
Nematodes 301.
Nemertina 306.

Neocrinoidea 289.
Neomenia 262.
Neornithes 147.
Nepa 185.
Nephelis 244.
Nereis 238.
Neritina 269.
Neuroptera 186.
Noctuina 188.
Nothosaurus 144.
Notonecta 185.
Nucleus (Salpen) 292.
Nucula 252.
Nudibranchiata 265.
Numenius 152.

O.

Obesa 160.
Octopodida 257.
Octopus 257.
Ocypoda 231.
Odonata 180.
Odontolcae 148.
Oestrus 190.
Oigopsidae 259.
Oligochaeta 239.
Oliva 271.
Onchidium 275.
Oniscus 226.
Onychophora 208.
Ophidia 139.
Ophioglypha 286.
Ophiurae 286.
Ophiuroidea 286.
Opisthobranchia 262.
Opisthoglypha 140.
Opoterodontia 141.
Oreodon 161.
Oriolus 155.
Ornithopoda 146.
Ornithorhynchus 156.
Orthis 295.
Orthoceras 260.
Orthopoda 146.
Orthoptera 181.
Oscines 155.
Ostracion 128.
Ostracoda 219.
Ostrea 253.
Otiorhynchus 194.
Ovis 160.
Oxydactylia 135.
Oxyuris 303.

P.

Pachydermata 159.
Pachytylus 182.
Pagurus 231.
Palaemon 231.
Palaeocrinoidea 288.
Palaeotherium 159.
Palamedeiformes 150.
Palechinoidea 281.
Palinurus 231.
Paludina 271.
Palythoa 339.
Panorpa 187.
Panorpata 186.
Paradoxides 233.
Parra 152.
Parus 155.
Passeriformes 155.
Patella 269.
Pavo 153.
Pecten 252.
Pectinibranchia 269.
Pectunculus 252.
Pedata 283.
Pedicellina 298.
Pediculus 186.
Pedipalpi 200.
Pelecanus 151.
Pelias 141.
Pelobates 135.
Pennaeus 231.
Pennatula 337.
Pentacrinus 289.
Pentastomum 206.
Pentatoma 185.
Pentatremites 289.
Perca 127.
Perdix 153.
Peripatus 209.
Periplaneta 182.
Perischoechinidae 281.
Perissodactyla 159.
Perlaria 181.
Perla 181.
Petromyzon 131.
Phascolomys 157.
Phacops 233.
Phalacrocorax 151.
Phalangida 200.
Phalangista 157.
Phalangium 201.
Phanerobranchia 133.
Pharyngognathi 127.
Phascolion 301.
Phascolosoma 301.
Phasianus 153.
Phenacodus 159.
Philodina 299.
Philonexidae 258.
Phoca 162.
Pholas 253.
Phreoryctes 241.
Phryganea 187.
Phryganidae 187.
Phrynus 200.
Phylactolaemata 297.
Phyllidiidae 266.
Phyllirhoe 266.
Phyllium 181.
Phyllobranchidae 265.
Phylloceratidae 258.
Phyllopoda 217.
Phyllorhina 163.
Phylloxera 184.
Phymosoma 301.
Physonectae 334.
Physalia 334.
Physophora 334.
Physostomi 125.
Pici 155.
Picus 155.
Pieris 189.
Pimpla 195.
Pinnipedia 162.
Pinnoteres 231.
Pipa 135.
Pipra 155.
Pisces 123.
Piscicola 244.
Plagiostomum 310.
Planaria 311.
Planocera 311.
Planorbis 275.
Plathelminthes 308.
Platurus 140.
Platydactylus 137.
Platyrrhina 164.
Plecophora 181.
Plectognathi 127.
Plesiosaurus 144.
Pleuronectes 127.
Pleurotoma 271.
Plissolophus 154.
Plumatella 297.
Plumularia 330.
Pneumodermon 264.
Podiceps 149.
Podicipediformes 149.
Podura 179.
Polychaeta 236.
Polycladidea 311.
Polygordius 243.
Polypterus 129.
Polystomum 313.
Porcellio 226.
Porites 339.
Poromya 254.
Porpita 334.
Priapulus 301.
Proboscidea 161.
Procellaria 150.
Productacea 295.
Productus 295.
Prosimiae 164.
Prosobranchia 268.
Proteroglypha 140.
Proterosaurus 144.
Proteus 133.
Protobranchia 252.
Protodrilus 243.
Protonemertini 307.
Protopterus 130.
Pselaphus 192.
Pseudolamellibranchia 252.
Pseudopus 138.
Pseudoscorpionidae 199.

Psittaci 153.
Psittacula 154.
Psyche 189.
Psylla 184.
Ptenoglossa 270.
Pteraster 286.
Pterodactylus 146.
Pterophorus 188.
Pteropoda 263.
Pteropus 163.
Pterosauria 146.
Pterotrachea 274.
Pterygotus 233.
Ptilium 193.
Pulex 191.
Pulmonata 274.
Pupipara 190.
Purpura 270.
Pyrosoma 292.
Pyrrhocoris 185.
Python 140.

R

Rachiglossa 270.
Rajae 124.
Ralliformes 152.
Rallus 152.
Rana 135.
Rapacia 157.
Ratitae 147.
Regulares 280.
Reptilia 136.
Rhabditis 303.
Rhabdocoelida 310.
Rhamphastus 155.
Rhamphorhynchus 146.
Rhea 148.
Rheidae 148.
Rhinoceros 159.
Rhinolophus 164.
Rhizocephala 222.
Rhopalocera 189.
Rhopalonema 331.
Rhynchobdellida 244.
Rhynchocephala 144.
Rhynchonella 295.
Rhynchosaurus 144.
Rodentia 162.
Rotatoria 298.
Rotifer 299.
Ruminantia 160.

S.

Sacculina 222.
Salamandra 134.
Salmo 126.
Salpa 293.
Sarcopsylla 191.
Sarcoptes 204.
Sauria 136.
Sauropoda 145.
Sauropterygia 144.
Scalaria 270.
Scaphopoda 254.
Schizopoda 922.
Scincus 138.
Sciurus 163.
Scolopax 152.
Scolopendra 207.
Scomber 127.
Scorpionidea 197.
Scutibranchia 269.
Scyllium 124.
Scyphozoa 334.
Sedentaria 239.
Selachii 123.
Sepia 260.
Septibranchia 253.
Serpula 239.
Sertularia 330.
Sialis 186.
Silurus 126.
Simia 164.
Siphonanthae 333.
Siphonaptera 191.
Siphonophora 332.
Sipunculida 300.
Sipunculus 301.
Siren 133.
Sirenia 158.
Sirex 196.
Sittace 154.
Solarium 270.
Solenogastres 262.
Solenoglypha 140.
Solifugae 199.
Sorex 163.
Spatangus 281.
Sphenisciformes 149.
Sphex 195.
Sphingina 189.
Sphinx 189.
Spinipora 331.
Spirifer 295.
Spirula 259.
Squalidae 124.
Squilla 228.
Staphylinus 192.
Steganopodes 150.
Stegocephala 136.
Stegosaurus 146.
Stelleridea 286.
Stellio 137.
Stenostomum 310.
Stephalia 334.
Stephanoceratidae 258.
Sterna 152.
Stomatopoda 228.
Strepsiptera 196.
Striges 154.
Stringocephalus 295.
Strix 154.
Stromatopora 331.
Strombus 272.
Struthio 148.
Struthionidae 148.
Sturnus 155.
Stylaster 331.
Stylommatophora 275.
Stylops 196.
Sula 150.
Sus 160.
Syllis 238.
Synapta 284.
Synascidia 292.
Syngnathus 128.
Syromastes 185.

T.

Tabanus 190.
Tachypetes 151.
Taenia 321.
Taenioglossa 271.
Talegalla 153.
Talpa 163.
Tanais 227.
Tapirus 159.
Tarantula 203.
Tardigrada 205.
Taxocrinus 288.
Tectibranchiata 263.
Tejus 138.
Teleosauridae 144.
Teleostei 125.
Temnocephala 313
Tenthredo 196.
Terebra 271.
Terebratula 295.
Termes 182,
Terricolae 241.
Testicardines 295.
Testudo 143.
Tetrabranchiata 260.
Tetracorallia 338.
Tetrao 153.
Tetrapneumones 203.
Tetrarhynchus 319.
Tethymelibidae 266.
Tethys 266.
Thalassema 243.
Thelyphonus 200.
Theriodontia 145.
Theromorpha 145.
Theropoda 145.
Thoracostraca 227.
Thrips 183.
Tillodontia 163.
Tillotherium 163.
Tinea 188.
Tipula 190.
Torpedo 124.
Tortrix 188.
Toxaster 281.
Toxiglossa 271.
Trachomedusae 331.
Trematodes 311.
Triceratops 146.
Trichina 304.
Trichocephalus 304.

Trichodectes 183.
Trichodes 193.
Trichoptera 187.
Tricladidea 311.
Trigonia 252.
Trilobitae 233.
Trionyx 142.
Tristomum 313.
Triton 133.
Tritonium 273.
Trochilidae 155.
Trochus 269.
Troctes 183.
Trombidium 204.
Tropidonotus 140.
Tubicolaria 300.
Tubifex 240.
Tubipora 337.
Tubularia 329.
Tunicata 290.
Turbellaria 309.
Turbo 269.
Turdus 155.
Turritella 272.
Tylenchus 303.
Typhlops 141.
Tyroglyphus 204.
Thysanozoon 311.
Thysanura 179.

U.

Unio 253.
Upupa 154.
Urodela 132.
Ursus 162.

V.

Vanellus 152.
Vanessa 189.
Varanus 138.
Venus 253.
Vermetus 272.
Vermilinguia 138.
Vermilinguia 157.
Vespa 195.
Vespertilio 164.
Vipera 141.
Viverra 161.
Voluta 271.
Vortex 310.
Vultur 151.

X.

Xenos 196.
Xiphodon 161.
Xiphosura 232.

Z.

Zaphreutis 338.
Zeuglodontidae 158.

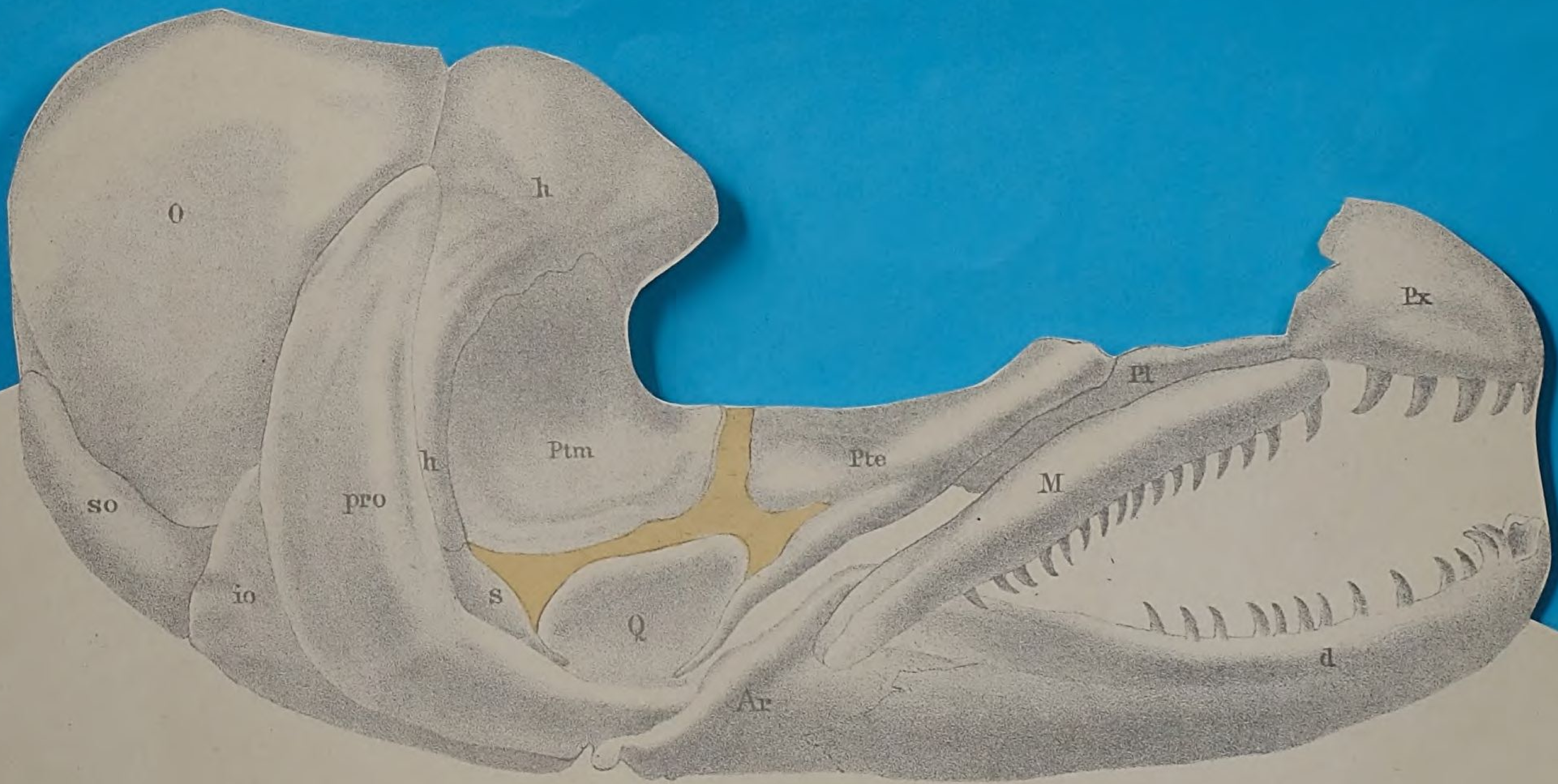
Quellennachweis für die anderen Werken entlehnten Abbildungen.

Aeby, Bronchialbaum der Säugetiere 1880.
Agassiz irrtümlich gesetzt statt Alman, a monograph of the gymnoblastic hydroids 1871/2.
Apathy, Mitteil. zool. Station Neapel VII. Bd.
Arnold, Fr. Tabulae anatomicae fasc. I.
Balfour, Journ. micr. science 23, 28. Bd.
Beer, Archiv f. ges. Physiologie 58. Bd. 1894.
Bergh, R. S., Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Gewebe des tierischen Körpers. 1894.
— Vorlesungen über allgemeine Embryologie. 1895.
Blanchard, l'organisation du règne animal. 1861—1864.
Boas, Morphol. Jahrbuch 9. Bd. 1884.
Böhm-Davidoff, Lehrbuch der Histologie des Menschen. 1895.
Borgert, Ergebnisse der Planktonexpedition. E, a Thaliacea, C. 1894.
Bouvier, Annal. scienc. nat. sér. 7. tom. 7.
Brady, Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger part. 22.
Braun, M., die tierischen Parasiten des Menschen. 1883.
Bronn, Klassen u. Ordnungen des Tierreiches. I., II., III., V. Bd.
Burmeister, Zool. Handatlas.
Bürger, O., die Nemertinen. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel. Bd. 22.
Bütschli, aus Blochmann, Süsswasserfauna.
Carus, Icones zoologicae 1857.
Carus u. Otto, Erläuterungstafeln zur vergleich. Anatomie. Heft 8. 1853.
Cattie, Vergelijend-anatomische en histologische Onderzoekingen van de Epiphysis cerebri. Leiden 1881.
Chun, Atlantis, Bibliotheca zool. VII, 19.
Claparède, Beobachtungen über die Anatomie u. Entwickelungsgeschichte wirbelloser Tiere. 1863.
Claus, C., Arbeiten zool. Institut, Wien. 6. Bd.
Derselbe, die freilebenden Copepoden. 1863.
Derselbe, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. 1876.
Derselbe, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 25, 27. Bd.
Derselbe, Abhandlungen der Kgl. Akademie. Göttingen 1873.
Derselbe, Lehrbuch der Zoologie. 1885.
Derselbe, Untersuchungen über die Organisation u. Entwickelung der Acalephen. 1883.
Cuvier, Gg., Regne animal: animaux articulés.

Cuvier et Valenciennes, histoire naturelle des poissons. 1828—30.
Dodel Port, A., Illustriertes Pflanzenleben. 1883.
Dufour, Institut de France, mémoires par div. savants. 1862.
Ecker, Icones physiologicae. 1851—1859.
Fischer, Anatom. Abhandl. über Perennibranchiaten u. Derotremen. 1864.
Flower, Einleitung in die Osteologie der Säugetiere. 1888.
Foettinger, Arch. Biolog. II. Bd.
Gegenbaur, C., Untersuchungen über Pteropoden u. Heteropoden. 1855.
Derselbe, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 4. Bd.
Derselbe, Untersuchungen zur vergleich. Anatomie der Wirbeltiere. II. Heft.
Derselbe, Morphol. Jahrbuch. II. Bd. 1878.
Derselbe, Grundriss der vergleich. Anatomie. 1874.
Graber, V., die Insekten. 1. Bd. 1877.
Graefe u. Saemisch, Handbuch der Augenheilkunde. 2. Bd. 1876.
Graff, L. von, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 24. Bd.
Greeff, Arch. f. mikr. Anatomie. 2. Bd.
Grenacher, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 24. Bd.
Derselbe, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. 1879.
Derselbe, aus Bronn, Klassen u. Ordnungen des Tierreiches I.
Haeckel, E., die Radiolarien. 1862.
Derselbe, die Kalkschwämme. 1872.
Derselbe, System der Medusen.
Hahn, die Arachniden. 1. Bd.
Hatschek u. Cori, Elementarkurs der Zootomie. 1896.
Hayek, Handbuch der Zoologie. 2. Bd. 1881.
Heller, C., Crustaceen des südlichen Europas. 1863.
Hildebrand, O., Grundriss der chirurgisch-topographischen Anatomie. 1893.
Huxley, Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Tiere. 1878.
Koch, Arachniden Australiens.
Koch, von, Morphol. Jahrbuch. 12. Bd.
Derselbe, die Gorgoniden. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel. 15. Bd.
Korschelt, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 43. Bd.
Korschelt u. Heider, Lehrbuch der vergleich. Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Tiere.
Lang, A., die Polycladen. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel. 11. Bd.
Leuckart, R., die Parasiten des Menschen u. die von ihnen herrührenden Krankheiten. 1879—1886.
Lovén, Handlingar Svenska vetenskaps akadémiens Stockholm. 11. Bd. 1875.
Lubbock, die Metamorphose der Insekten. 1876.
Ludwig, Bronns Klassen u. Ordnungen des Tierreiches. 2. B. 3. Abt.
Mac Leod, Archiv. de Biolog. V.
Merkel u. Bonnet, Ergebnisse der Anatomie u. Entwickelungsgeschichte 1.—3. Bd.
Milne Edwards, histoire naturelle des Crustacés. 1834—40.
Moseley, Philos. Transact. 1874.
Derselbe, Philos. Transact. 1878.
Owen, R., Philos. Transact. 1865.
Parker, Philos. Transact. vol. 159, 161.
Pictet, Insectes neuroptères.
Rabl-Rückhard, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 30. Bd.
Retzius, Gehörorgan der Wirbeltiere. 2. Bd. 1884.
Romanes and Ewart. Philos. Transact. 1881.

Rössler, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 45. Bd.
Sars, Handlingar Svenska vetenskaps akadémiens Stockholm XI. 1872.
Schewiakoff, Jen. Zeitschr. 26. Bd.
Schmaus, Grundriss der pathologischen Anatomie. 1893.
Schulze, nach Bronn, Klassen u. Ordnungen des Tierreiches. 2. Bd.
Selenka, Studien zur Entwickelungsgeschichte der Tiere. IV. Heft.
Stein, die Infusorien.
Stiles, Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 52. Bd.
Thomas, Journ. micr. science. 23. Bd.
Tiedemann, Fr., Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes u. des Steinigels. 1816.
Timm, Arbeiten zool. Institut Würzburg. 6. Bd.
Verworn, Jen. Zeitschr. 26. Bd.
Vogt u. Yung, Lehrbuch der praktischen vergleich. Anatomie I. 1888.
Weber, Arch. Biolog. VIII.

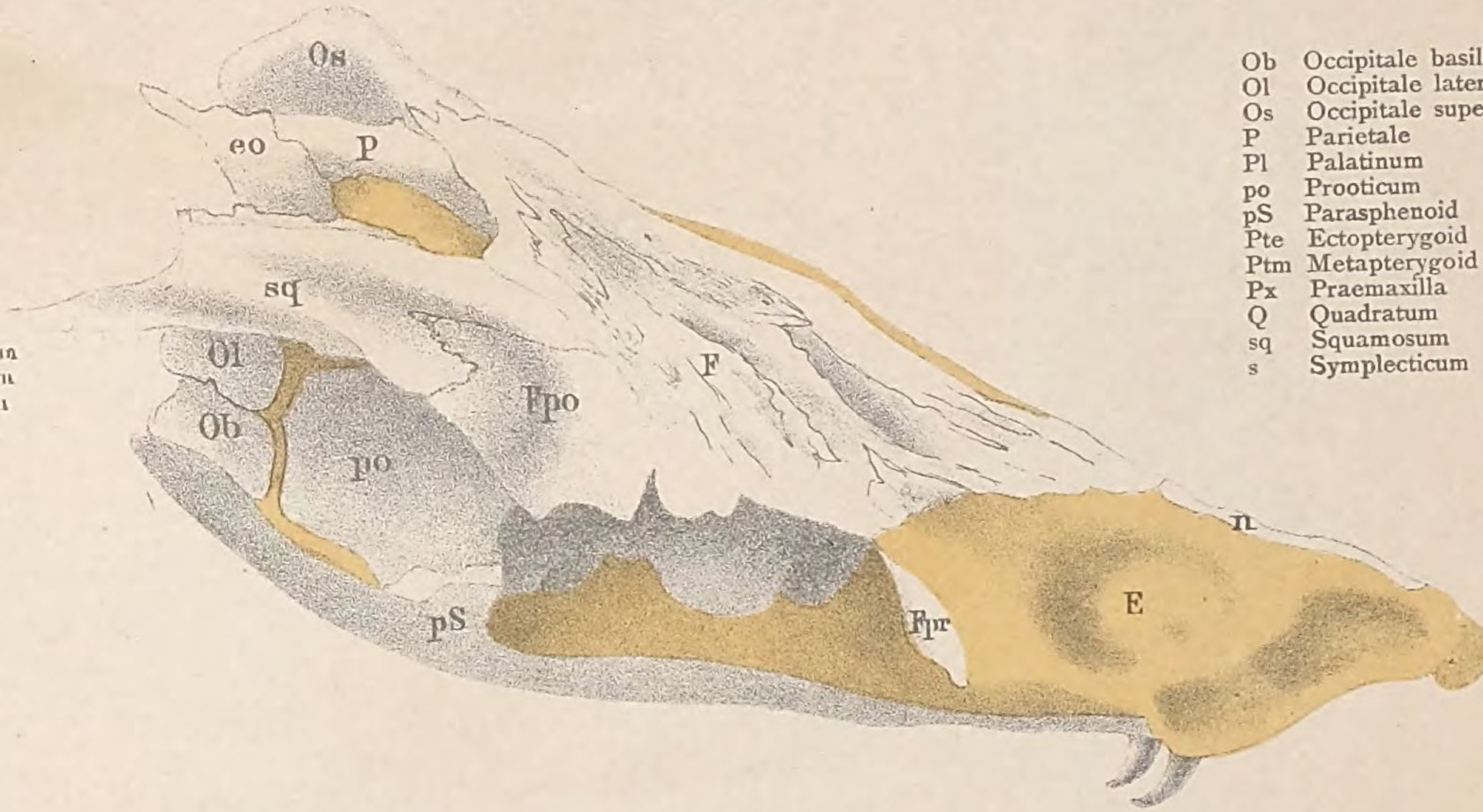
Die Tafeln I und II befinden sich zwischen den Seiten 32 und 33 des speziellen Theiles.



O
h
Ptm
h
pro
so
io
s
Q
Ar
Pte
M
Pl
Px
d

Seitenansicht des Schädels von Salmo salar, Lachs.

(Knorpel gelb.)



Ar Articulare
d Dentale
E Ethmoidregion
eo Epioticum
F Frontale
Fpo Postfrontale
Fpr Praefontale
l. Hyomandibulare
M Maxilla
n Nasale
O Operculum
io Interoperculum
pro Praeoperculum
so Suboperculum

Ob Occipitale basilare
Ol Occipitale laterale
Os Occipitale superius
P Parietale
Pl Palatinum
po Prooticum
pS Parasphenoid
Pte Ectopterygoid
Ptm Metapterygoid
Px Praemaxilla
Q Quadratum
sq Squamosum
s Symplecticum

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Vorlesungen
über die
Zelle und die einfachen Gewebe
des
thierischen Körpers.

Mit einem Anhang:
Technische Anleitung
zu
einfachen histologischen Untersuchungen.
Von
Dr. R. S. Bergh,
Dozent der Histologie und Embryologie an der Universität Kopenhagen.
Mit 138 Figuren im Texte.
Preis: M. 7.—.

Vorlesungen
über
allgemeine Embryologie
von
Dr. R. S. Bergh,
Dozent der Histologie und Embryologie an der Universität Kopenhagen.
Mit 126 Figuren im Text. Preis: M. 7.—.

Die Methoden
der
Bakterien-Forschung.
Handbuch der gesammten Methoden der Mikrobiologie.
Von
Dr. Ferdinand Hueppe,
Professor der Hygiene an der Deutschen Universität zu Prag.
= *Fünfte verbesserte Auflage.* =
Mit 2 Tafeln in Farbendruck und 68 Holzschnitten.
Preis: Mk. 10.65, gebunden Mk. 12.—.

Die Formen der Bakterien
und ihre Beziehungen zu den Gattungen und Arten.
Von
Dr. Ferdinand Hueppe,
Professor der Hygiene an der Deutschen Universität zu Prag.
Mit 24 Holzschnitten. Geheftet. Preis: Mk. 4.—.

Naturwissenschaftliche
Einführung in die Bakteriologie.
Von
Dr. Ferdinand Hueppe,
Professor der Hygiene an der Deutschen Universität zu Prag.
Mit 28 Holzschnitten im Texte.
Preis: Mk. 6. —.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die Dottersack-Gefässe des Huhnes.

Von

Demetrius Popoff,
Assistenten an der geburtshülflich-gynäkologischen Klinik des Professor A. Lebedeff der militär-medicinischen Akademie zu St. Petersburg.

Mit 12 lithographirten Tafeln in Farbendruck und 12 lithographirten Tafel-Erklärungsblättern.

Preis in Mappe Mk. 27.

Dottersack und Placenta

des

Kalong (Pteropus edulis L.).

Von

Dr. R. Göhre.
Mit einer lithographirten Tafel. — Preis: Mk. 2.—.

Rossmässler's Iconographie

der europäischen

Land- und Süsswasser-Mollusken.

Fortgesetzt von

Dr. W. Kobelt.

Neue Folge. Band I—VII u. Supplementband I. Mit je 30 Tafeln Abbildungen.

Preis pro Band schwarz Mk. 27.60., colorirt Mk. 48.—.

Für die Abnehmer dieser neuen Serie werden die vier Bände IV, V, VI und VII der ersten Serie, welche schwarz **Mk. 110.40,** *colorirt* **Mk. 192.—** *kosten, — wenn gleichzeitig bestellt —*

zu dem herabgesetzten Preise von
60 Mk. für die schwarze Ausgabe,
100 Mk. für die colorirte Ausgabe

durch jede Buchhandlung geliefert. Wenn die obigen 11 Bände gleichzeitig bezogen werden, tritt für alle die relative Preisermässigung ein.

== Einzelne Bände werden nur zu dem seitherigen Preise abgegeben. ==

Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut

in Würzburg.

Herausgegeben von

Professor Dr. C. Semper.

Band V—X. Preis: Mk. 166.40.

Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde.

Unter Mitwirkung von

Prof. **Dr. Jos. Bayer** in Wien

herausgegeben von

Prof. **Dr. R. Berlin** in Rostock und Prof. **Dr. O. Eversbusch** in Erlangen

Prof. **Dr. G. Schleich** in Stuttgart.

Preis pro Band Mk. 4.—.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Ueber die Niere
der
Pulmonaten.
Aus dem Nachlasse
von
Dr. C. Semper,
Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie in Würzburg.
Herausgegeben und ergänzt
von
Dr. H. Simroth.
Mit 5 Tafeln und 7 Figuren im Text. — Preis: Mk. 24.—.

Carl Semper †.
Von
Dr. August Schuberg.
Mit einem Portrait in Heliogravüre.
Preis: Mk. 3.—.

Die Schmetterlinge
der
Philippinischen Inseln.
Beitrag zur indo-malayischen Lepidopteren-Fauna
von
Georg Semper.
Erster Band:
Die Tagfalter (Rhopalocera).
Mit Adernetzen im Texte und 51 Farbentafeln. — Preis: Mk. 188.—.

System
der
nudibranchiaten Gastropoden.
Von
Dr. R. S. Bergh.
═ 4°. 173 Seiten. — Preis: Mk. 30.—. ═

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die Seewalzen.

— Holothurioidea. —

Eine systematische Monographie mit Bestimmungs- und Verbreitungs-Tabellen

von

Dr. Kurt Lampert.

36 Bogen Text mit einer Tafel. Preis: Mk. 40.—.

Die Retina der Wirbelthiere.

Von

S. Ramon y Cayal,

Professor der Histologie und pathologischen Anatomie an der Universität Madrid.

Uebersetzt

von **Dr. Richard Greef,**

Privatdozent an der Universität Berlin.

Mit 7 Doppeltafeln. — Preis: Mk. 18.60.

Échinologie Helvétique.

Description des

Oursins Fossiles de la Suisse.

Échinides de la période jurassique

par

E. Desor et P. de Loriol.

Gr. 4⁰. XI. 443 p. avec un Atlas de 61 planches. — Prix: Mk. 128.—.

Die Land- und Süsswasser-Conchylien

der Vorwelt.

Von

Dr. Fridolin Sandberger,

o. ö. Professor an der Universität zu Würzburg.

Ein Band Text, 125 Bogen in Quart und ein Atlas mit 26 Tafeln in Folio
Preis: Mk. 120.—.

Systematisches Verzeichniss

der in Deutschland lebenden

Binnen-Mollusken.

Zusammengestellt

von

Carl Kreglinger.

Lexikon-Oktav. Geheftet. Preis: Mk. 20.—.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Holothurien.

Von

Dr. C. Semper.

288 Seiten Text mit 40 Tafeln, wovon 22 in Farbendruck.

Preis: Mk. 94.

Die Land-Deckelschnecken.

Bearbeitet von

Dr. W. Kobelt.

76 Seiten Text mit 7 colorirten Tafeln.

Preis: Mk. 24.

Die Sipunculiden.

Eine systematische Monographie.

Unter Mitwirkung

von

Dr. J. G. De Man und **Dr. C. Bülow**

bearbeitet von

Dr. Emil Selenka.

178 Seiten Text mit 14 Tafeln in Farbendruck.

Preis: Mk. 48.

Malacologische Untersuchungen

von

Dr. R. Bergh.

161 Bogen Text mit 119 Tafeln, wovon 9 in Farbendruck.

Preis: Mk. 485.40.

Land-Mollusken.

Von

Dr. C. Semper.

52 Bogen Text mit 37 Tafeln, wovon 11 in Farbendruck.

Preis: Mk. 144.80.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die Morphologie der Placenta

bei Nagern und Raubthieren.

(Embryologische Untersuchungen Heft III.)

Von

Dr. A. Fleischmann,
Privatdozent der Zoologie in Erlangen.

Mit 5 Tafeln. — Preis: Mk. 22.—.

Untersuchungen über einheimische Raubthiere.

(Embryologische Untersuchungen Heft I.)

Von

Dr. A. Fleischmann,
Privatdozent der Zoologie in Erlangen.

Mit 5 Tafeln in Farbendruck. — Preis: Mk. 21.—.

Die Stammesgeschichte der Nagethiere.

Die Umkehr der Keimblätter.

(Embryologische Untersuchungen Heft II.)

Von

Dr. A. Fleischmann,
Privatdozent der Zoologie in Erlangen.

Mit 3 Tafeln in Farbendruck. — Preis: Mk. 20.—.

Keimblätter
und
Primitivorgane der Maus.

Von

Dr. Emil Selenka,
Professor in Erlangen.

Mit 4 Tafeln. — Preis: Mk. 12.—.

Keimblätter der Echinodermen.

Von

Dr. Emil Selenka,
Professor in Erlangen.

Mit 6 Tafeln. — Preis: Mk. 15.—.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Blätterumkehrung
im
Ei der Nagethiere.

Von

Dr. Emil Selenka,
Professor in Erlangen.

Mit 6 Tafeln. — Preis: Mk. 15.—.

Das Opossum (Didelphys virginiana).

Von

Dr. Emil Selenka,
Professor in Erlangen.

Mit 14 Tafeln. — Preis: Mk. 40.—.

Beutelfuchs und Känguruhratte. Kantjil. Affen Ostindiens. Kalong.

Von

Dr. Emil Selenka,
Professor in Erlangen.

Mit 12 Tafeln. — Preis: Mk. 42.—.

Auge und Integument der Diadematiden.
Ueber zwei parasitische Schnecken.

Von

Dr. Paul Sarasin und Dr. Fritz Sarasin.

Mit 5 Tafeln. — Preis: Mk. 14.—.

Entwickelungsgeschichte der Helix waltoni.
Knospenbildung bei Linckia Multifora.

Von

Dr. Paul Sarasin und Dr. Fritz Sarasin.

= Mit 4 Tafeln. — Preis: Mk. 14.—. =

Anatomie der Echinothuriden.
und der
Phylogenie der Echinodermen.

Von

Dr. Paul Sarasin und Dr. Fritz Sarasin.

Mit 8 Tafeln. — Preis: Mk. 18.—.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Entwickelungsgeschichte

und

Anatomie der ceylon. Blindwühle.

Ichtyophis glutinosus.

Von

Dr. Paul Sarasin und Dr. Fritz Sarasin.

Mit 24 Tafeln. — Preis: Mk. 60.—.

Experimentelle Untersuchungen

über das

Corpus trapezoides und den Hörnerv der Katze.

Von

Dr. A. Bumm,

Professor an der Universität Erlangen.

Mit 23 Abbildungen auf 2 lithographirten Tafeln. — Preis: Mk. 10.60.

Beiträge zur Struktur und Entwickelung des Carcinoms.

Von

E. Noeggerath,

M. D., Prof. emer. des New-York Med. College.

Mit 108 Abbildungen auf 3 Tafeln in Farbendruck. — Preis: Mk. 15.—.

Die menschliche Placenta.

Herausgegeben von

Dr. M. Hofmeier,

o. ö. Prof. der Geburtshülfe und Gynäkologie an der Universität Würzburg.

Unter Mitarbeit

von den Herren **Dr. G. Klein** und **Dr. P. Steffeck.**

Mit 10 Tafeln und 17 Abbildungen im Text. — Preis in Mappe M. 15.—.

Entwickelung der Placenta

von Myotus murinus.

Von

Dr. Richard Frommel,

o. ö. Professor der Gynäkologie in Erlangen.

Quart. — Mit zwölf Farbentafeln. — Preis: M. 20.—.

Die Allantois des Menschen.

Eine entwickelungsgeschichtliche Studie auf Grund eigener Beobachtung

Von

Dr. Franz von Preuschen,

Professor an der Universität Greifswald.

Mit 10 Tafeln. — Preis: M. 16.—.

Heft XVIII: Hjalmar Grönroos, Zur Entwickelungsgeschichte des Erdsalamanders (Salamandra Maculosa Laur.). Mit 4 Tafeln. — **Wilhelm Beck**, Über den Austritt des N. hypoglossus und N. cervicalis primus aus dem Centralorgan beim Menschen und in der Reihe der Säugetiere unter besonderer Berücksichtigung der dorsalen Wurzeln. Mit 4 Tafeln. — Preis M. 12.60.

Heft XIX/XX: Fr. Saxer, Über die Entwickelung und den Bau der normalen Lymphdrüsen und die Entstehung der roten und weissen Blutkörperchen. Mit 8 Tafeln. — **E. Zuckerkandl**, Über die tiefen Hohlhandäste der Arteria ulnaris. Mit 2 Tafeln. — **W. Flemming**, Über die Struktur centraler Nervenzellen bei Wirbeltieren. Mit 1 Tafel. — **J. Zumstein**, Zur Anatomie und Entwickelung des Venensystems des Menschen. Mit 13 Tafeln. — **F. Kreutzer**, Varietäten der Kaumuskeln. — Preis M. 20.—.

Heft XXI: N. A. Gerken, Über die Unabhängigkeit des Zusammenhaltens der Gelenke von dem atmosphärischen Drucke. Mit 1 Abbildung im Text. — **Alfred Bergfeldt**, Chordascheiden und Hypochorda bei Alytes obstetricans. Mit 3 Tafeln. — **R. S. Bergh**, Über Stützfasern in der Zellsubstanz einiger Infusorien. Mit 1 Tafel. — **Arnold Spuler**, Beiträge zur Histologie und Histogenese der Binde- und Stützsubstanz. Mit 2 Tafeln. — Preis M. 12.—.

Heft XXII: S. N. Jaschtschinski, Morphologie und Topographie des arcus volaris sublimis und profundus des Menschen, mit 4 Tafeln. — **Hermann Triepel**, Das elastische Gewebe in der Wand der Arterien der Schädelhöhle. Mit 2 Tafeln. — **K. Kostanecki**, Über die Gestalt der Centrosomen im befruchteten Seeigelei. Mit 2 Tafeln. — **Karl Reuter**, Über die Entwickelung der Kaumuskulatur beim Schwein. Mit 2 Tafeln. — **Julius Tandler**, Zur Anatomie der Arterien der Hand. Mit 2 Tafeln. — Preis M. 9.—.

Heft XXIII: E. Ballowitz, Über den feineren Bau des elektrischen Organs des gewöhnlichen Rochen (Raja clavata L.). Mit 11 Tafeln. — **Oskar von Kopetzky**, Über den Fall von abnormer Lagerung der Eingeweide bei einem jungen Kaninchen-Embryo. Mit 4 Tafeln. — **Ph. Schoppe**, Die Harnkügelchen bei Wirbellosen und Wirbeltieren. Mit 1 Tafel. — Preis M. 18.60.

Heft XXIV: S. Mollier, Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere. III. Die Entwickelung der paarigen Flossen des Störs. Mit 17 Abbild. im Text und 10 Tafeln. — **Joseph Mayr**, Über die Entwickelung des Pankreas bei Selachiern. Mit 8 Tafeln. — **E. Kallius**, Ein Fall von Milchleiste bei einem menschlichen Embryo. Mit 2 Tafeln. — Preis M. 18.80.

Heft XXV: J. Zumstein, Zur Entwickelung des Venensystems bei dem Meerschweinchen. Mit 10 Tafeln. — **Leopold Weiss**, Über das Wachstu des menschlichen Auges und über die Veränderung der Muskelinsertionen am wachsenden Auge. Hierzu 3 Tafeln und 2 Kurventafeln im Text. — **W. Felix**, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Salmoniden. I. Teil. Mit 4 Tafeln und 17 Textfiguren. — Preis M. 18.80.

Heft XXVI: W. Felix, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Salmoniden. I. Teil. Mit 5 Tafeln und 26 Textfiguren. — **J. Sobotta**, Über die Bildung des Corpus luteum beim Kaninchen nebst einigen Bemerkungen über den sprungreifen Follikel und die Richtungsspindeln des Kaninchens. Mit 1 Abbildung im Text und 7 Tafeln. — **Georg Burckhard**, Über embryonale Hypermastie und Hyperthelie. Mit 2 Tafeln. — **W. Lepkowski**, Über die Gefässverteilung in den Zähnen von Säugetieren. Mit 8 Tafeln. — Preis M. 26.—.

Heft XXVII: L. Stieda, Über die Homologie der Brust- und Becken-Gliedmassen des Menschen und der Wirbeltiere. — **E. Zuckerkandl**, Zur vergleichenden Anatomie der Ovarialtasche. — **F. Hochstetter**, Zur Entwickelung der Venae spermaticae. Mit 6 Tafeln.

Heft XXVIII/XXX: R. Zander, Beiträge zur Kenntnis der Hautnerven des Kopfes. — **D. Barfurth**, Zellücken und Zellbrücken im Uterusepithel. — **Fr. Reinke**, Über die funktionelle Struktur der menschlichen Stimmlippe mit besonderer Berücksichtigung des elastischen Gewebes. — **O. Woit**, Zur Entwickelung der Milz. Mit 32 Fig. auf Taf. XIII/XVIII. — **A. Vossius**, Über den intermittierenden Exophthalmus (Exophthalmie à volanté; Enophthalmie et Exophtalmie alternantes). — **J. Disse**, Die erste Entwickelung des Riechnerven. — **E. Kallius**, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Kehlkopfes. — **K. Reuter**, Über die Entwickelung der Augenmuskulatur beim Schwein. — **M. Märtens**, Die Entwickelung der Keklkopfknorpel bei einigen unserer einheimischen anuren Amphibien. — **R. Bonnet**, Beiträge zur Embryologie des Hundes. Mit 55 Taf.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse

der

Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Unter Mitwirkung von

Karl von Bardeleben, Jena; **Dietrich Barfurth**, Rostock; **A. Barth**, Leipzig; **J. Disse**, Marburg; **W. Flemming**, Kiel; **E. Kallius**, Göttingen; **Fr. Keibel**, Freiburg i. Br.; **C. von Kupffer**, München; **Fr. Merkel**, Göttingen; **Guglielmo Romiti**, Pisa; **J. Sobotta**, Würzburg; **L. Stieda**, Königsberg i. Pr. **W. Waldeyer**, Berlin; **C. Weigert**, Frankfurt a. M.; **E. Zuckerkandl**, Wien

herausgegeben von

Fr. Merkel, o. ö. Professor der Anatomie in Göttingen.

und

R. Bonnet, o. ö. Prof. der Anatomie in Greifswald.

V. Band: 1895.

M. 25.—.

Anszug aus dem Inhaltsverzeichniss:

A. Anatomie.

I. **Technik** von C. Weigert, Frankfurt. II. **Wichtige neuere Arbeiten über die Bildung roter Blutzellen in der späteren Embryonalzeit und nach der Geburt**. Von J. Disse, Marburg. III. **Endigungen sensibler Nerven bei Wirbeltieren**. Von E Kallius, Göttingen. IV. **Knochen, Bänder, Muskeln**. Von K. v. Bardeleben, Jena. V. **Respirationsapparat** von Fr. Merkel, Göttingen. VI. **Gehörapparat** von A. Barth, Leipzig. VII. **Geruchsorgan** von F. Zuckerkandl, Wien. VIII. **Hirnfurchen und Hirnwindungen.** Von W. Waldeyer, Berlin. IX. **Topographische Anatomie.** Von Fr. Merkel, Göttingen. X. **Morphologie der Zelle.** Von W. Flemming, Kiel. XI. **Regeneration und Involution.** Von D. Barfurth, Rostock. XII. **Bibliographie der italienischen Arbeiten** über (systematische und topographische) Anatomie des Menschen, Histologie, Embryologie und anatomische Anthropologie für das Jahr 1895 mit einer allgemeinen Einleitung von Guglielmo Romiti in Pisa. XIII. **II. Bericht über die anatomische, histologische und embryologische Litteratur Russlands** (1894—1895). Von L. Stieda in Königsberg i. Pr.

B. Entwickelungsgeschichte.

I. **Die Reifung und Befruchtung des Wirbeltieres**. Von J. Sobotta, Würzburg, II. **Entwickelungsgeschichte des Kopfes.** Von C. v. Kupffer, München. III. **Ontogenie und Phylogenie von Haar und Feder.** Von F. Keibel, Freiburg.

VI. Band 1896. Unter der Presse.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Grundriss der Augenheilkunde. Unter besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Studirenden und praktischen Aerzte. Von Dr. **Max Knies**, Professor a. d. Universität Freiburg. Dritte Auflage. M. 6.—

Die Beziehungen des Sehorgans und seiner Erkrankungen zu den übrigen Krankheiten des Körpers und seiner Organe. Von Dr. **Max Knies**, Professor an der Universität Freiburg. M. 9.—

Die Methoden der praktischen Hygiene. Von Dr. **K. B. Lehmann**, Professor am Hygien. Institut der Universität Würzburg. M. 16.—

Taschenbuch der Medizinisch-Klinischen Diagnostik. Von Dr. **Otto Seifert**, Privatdozent in Würzburg und Dr. **Friedr. Müller**, Professor in Marburg. Neunte Auflage. In englischem Einband. M. 3.60

Rezepttaschenbuch für Kinderkrankheiten. Von Dr. **Otto Seifert**, Privatdozent in Würzburg. Dritte vermehrte Auflage. M. 2.80

Lehrbuch der physiologischen Chemie. Von **O. Hammarsten**, Prof. der med. u. phys. Chemie a. d. Universität Upsala. Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage. M. 14.60

Lehrbuch der inneren Medizin für Studirende und Aerzte. Von Dr. **R. Fleischer**, Professor an der Universität Erlangen. Bd. I M. 5.40 Bd. II. 1. Hälfte M. 5.60. Bd. II. 2. Hälfte I. Abth. M. 12.—

Die Methoden der Bakterien-Forschung. Handbuch der gesammten Methoden der Mikrobiologie. Von Professor Dr. **Ferd. Hueppe** in Prag. Fünfte Auflage. Mit 26 Abbild. und 2 Tafeln. M. 10.65, geb. M. 12.—

Lehrbuch der Augenheilkunde. Von Professor Dr. **J. v. Michel** in Würzburg. Zweite umgearbeitete Auflage. M. 20.—, geb. M. 21.60

Die Unterleibsbrüche. Vorlesungen über deren Wesen und Behandlung. Von Dr. **E. Graser**, Prof. a. d. Universität Erlangen. M. 6.40

Kurzer Leitfaden der Refractions- u. Accommodations-Anomalien. Eine leicht fassliche Anleitung zur Brillenbestimmung. Bearbeitet von **H. Schiess**, Professor der Augenheilkunde an der Universität Basel. M. 2.50

Die Harnuntersuchungen und ihre diagnostische Verwerthung. Von Dr. **B. Schürmayer**. geb. M. 2.—

Grundriss der chirurgisch-topograph. Anatomie. Mit Einschluss der Untersuchungen am Lebenden. Von Dr. **O. Hildebrand,** Professor an der Universität Berlin. Mit einem Vorwort von Dr. **Franz König,** ord. Professor der Chirurgie, Geh. Med.-Rath, Direktor der Chirurg. Klinik in Berlin. Mit 92 theilweise farbigen Abbildungen. M. 7.—, geb. M. 8.—

Klinischer Leitfaden der Augenheilkunde. Von Dr. **Julius von Michel,** o. ö. Prof. der Augenheilkunde an der Universität Würzburg. Zweite umgearbeitete Auflage. geb. M. 6.—

Grundriss der pathologischen Anatomie. Von Dr. **Hans Schmaus,** I. Assistent am pathologischen Institut u. Privatdozent an der Universität München. Vierte vermehrte Auflage. Mit 260 Abbildungen im Text. ca. M. 12.—

Abriss der pathologischen Anatomie. Von Dr. **G. Fütterer,** vorm. I. Assistent am patholog.-anatom. Institut der Universität Würzburg, z. Z. Professor der patholog. Anatomie und Medizin in Chicago. Zweite Auflage. M. 4.60

Schema der Wirkungsweise der Hirnnerven. Von Dr. **J. Heiberg,** weil. Prof. an der Univers. Christiania. Zweite Auflage. M. 1.20

Lehrbuch der Histologie des Menschen einschliesslich der mikroskopischen Technik. Von Dr. **A. A. Böhm,** Prosektor und Dr. **M. v. Davidoff,** vorm. Assistent am anatomischen Institut zu München. Mit 246 Abbildungen. M. 7.—, geb. M. 8.—

Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns. Von Dr. **C. Neubauer** und Dr. **Jul. Vogel.** Neunte umgearbeitete und vermehrte Auflage von Professor Dr. **H. Huppert** und Professor Dr. **L. Thomas.** M. 15.20, geb. M. 16.60

Anleitung zur Darstellung physiologisch-chemischer Präparate. Von Professor Dr. **Drechsel** in Bern. geb. M. 1.60

Vorlesungen über Pathologie und Therapie der venerischen Krankheiten. Von Professor Dr. **Eduard Lang** in Wien.

I. Theil: **Pathologie und Therapie der Syphilis.** Zweite umgearbeitete und erweiterte Auflage. M. 25.—

II. Theil I. Hälfte: **Das venerische Geschwür.** M. 1.60

II. Theil II. Hälfte: **Der venerische Katarrh.** M. 4.80

Pathologie und Therapie der Neurasthenie und Hysterie. Von Dr. **L. Loewenfeld,** Spezialarzt für Nervenkrankheiten in München. M. 12 65.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse
der
Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Fr. Merkel in Göttingen. und **R. Bonnet** in Greifswald.

1. Band: 1891. Preis M. 25.—.

Inhalt:

A. Anatomie. Technik von **F. Hermann**, Erlangen. — Zelle von **W. Flemming**, Kiel. — Allgemeine Anatomie von **J. Disse**, Marburg. — Regeneration von **D. Barfurth**, Dorpat. — Knochen, Bänder, Muskeln von **K. von Bardeleben**, Jena. — Cirkulationsorgane sog. Blutgefässdrüsen von **C. J. Eberth**, Halle. — Verdauungs-Apparat von **Ph. Stöhr**, Zürich. — Respirationsapparat von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Urogenitalsystem von **F. Hermann**, Erlangen. — Haut von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Sinnesorgane von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Nervensystem von **C. Golgi**, Pavia. — Topographische Anatomie von **Fr. Merkel**, Göttingen.

B. Entwickelungsgeschichte. Allgemeines, Lehrbücher, Atlanten etc. von **R. Bonnet**, Greifswald. — Befruchtung von **Th. Boveri**-München. — Erste Entwickelungsvorgänge von **G. Born**, Breslau. — Placenta und Eihäute von **H. Strahl**, Giessen. — Entwickelungsgeschichte des Kopfes von **A. Froriep**, Tübingen. — Entwickelung der Exkretionsorgane von **J. Rückert**, München. — Entwickelung des Gefässsystems von **F. Hochstetter**, Wien. — Alte und neue Probleme der entwickelungsgeschichtlichen Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems von **H. Strasser**, Bern.

Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Bd. II. Ueber das Jahr 1892.

Preis M. 25.—.

Inhalt: **A. Anatomie.** Lehr- und Handbücher von **W. Waldeyer**, Berlin. — Technik von **F. Hermann**, Erlangen. — Zelle von **W. Flemming**, Kiel. — Allgemeine Anatomie von **J. Disse**, Marburg. — Regeneration von **D. Barfurth**, Jurjew (Dorpat). — Knochen, Bänder, Muskeln von **K. von Bardeleben**, Jena. — Cirkulationsorgane, sog. Blutgefässdrüsen von **C. J. Eberth**, Halle. — Respirationsapparat von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Urogenitalsystem von **F. Hermann**, Erlangen. — Haut von **J. Disse**. — Sinnesorgane von **Fr. Merkel**, Göttingen und **E. Zuckerkandl**, Wien. — Nervensystem von **G. Golgi**, Pavia. — Topographische Anatomie von **Fr. Merkel**, Göttingen.

B. Entwickelungsgeschichte. Entwickelungsmechanik von **W. Roux**, Halle. — Erste Entwickelungsvorgänge von **G. Born**, Breslau.

— Die menschliche Placenta von **H. Strahl**, Giessen. — Entwickelungsgeschichte des Kopfes von **C. v. Kupffer**, München. — Alte und neue Probleme der entwickelungsgeschichtlichen Forschung auf dem Gebiete des Nervensystems von **H. Strasser**, Bern. — Die Mammarorgane im Lichte der Ontogenie und Phylogenie von **R. Bonnet**, Greifswald.

Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Bd. III. Ueber das Jahr 1893.

Preis M. 20.—.

Inhalt: **A. Anatomie.** Technik von **C. Weigert**, Frankfurt. — Zelle, Morphologie der Zelle von **W. Flemming**, Kiel. — Regeneration und Involution von **D. Barfurth**, Dorpat. — Allgemeine Anatomie von **J. Disse**, Marburg. — Cirkulationsorgane, sog. Blutgefässdrüsen von **C. J. Eberth**, Halle. — Verdauungsorgane von **A. von Brunn**, Rostock. — Bauchfell und Gekröse von **C. Toldt**, Wien. — Respirations-Apparat von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Sinnesorgane von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Topographische Anatomie von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Bericht über die russische Literatur der letzten Jahre von **L. Stieda**, Königsberg.

B. Entwickelungsgeschichte. Entwickelungsgeschichte des Kopfes von **A. Froriep**, Tübingen. — Entwickelung des Venensystems der Wirbelthiere von **Ferd. Hochstetter**, Wien. — Entwickelung der Abteilungswege des Urogenitalapparates und des Dammes bei den Säugethieren von **G. Born**, Breslau. — Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen von **J. Rückert**, München. — Alte und neue Probleme der Phylogenese von **Henry Fairfield Osborn**, New-York.

Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

Bd. IV. Ueber das Jahr 1894.

Inhalt: **A. Anatomie.** Nervenendigungen in Drüsen von **E. Kallius**, Göttingen. — Knochen, Bänder, Muskeln von **Karl von Bardeleben**, Jena. — Cirkulationsorgane, sog. Blutgefässdrüsen von **C. J. Eberth**, Halle. — Verdauungsorgane von **A. v. Brunn**, Rostock. — Urogenitelsystem von **F. Hermann**, Erlangen. — Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse vom Flüssigkeitswechsel des Auges von **Th. Leber**, Heidelberg. — Gehörapparat von **A. Barth**, Breslau. — Nervensystem von **C. Golgi**, Pavia und **R. Fusari**, Bologna. — Regeneration und Involution von **D. Barfurth**, Dorpat. — Topographische Anatomie von **Fr. Merkel**, Göttingen. — Die Ergebnisse der Gefrierdurchschnitte durch Schwangere von **A. Döderlein**, Leipzig. — Zelle von **W. Flemming**, Kiel.

B. Entwickelungsgeschichte. Zur Geschichte der Reptilien-Entwickelung von **H. Strahl**, Giessen. — Das Zahnsystem der Wirbelthiere von **C. Röse**, München. — Die Entwickelungsgeschichte der Geschlechtsdrüsen von **G. Born**, Breslau. — Die Probleme, welche sich aus dem Studium der Entwickelungsanomalien des menschlichen Embryos ergeben von **C. Giacomini**, Turin.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Soeben erschien:

Kurzgefasstes Lehrbuch

der

Mikroskopisch-gynäkologischen Diagnostik

von

Dr. Josef Albert Amann jr.,

Privatdozent der Gynäkologie an der Universität München.

Mit 94 Abbildungen, zum grössten Theil nach eigenen Präparaten.

Preis Mk. 5.40.

Auszug aus dem Inhaltsverzeichniss.

Technik. Gewinnung des Materials und Auswahl der Stücke. — Vorbereitung des Materials zur Untersuchung. — Bakteriennachweis. — Untersuchung der fertigen Schnittpräparate von Gewebstheilen.

Mikroorganismen. Staphylo- und Streptococcen. — Gonococcen. — Die Gonococceninfektion des weiblichen Genitaltraktus. — Bacterium coli commune. — Tuberkelbacillen. — Die Untersuchung der Sekrete des weiblichen Genitalapparates. — Die Lochien.

Organe. Vulva. — Hymen. — Vagina, Uterus. — Tuben. — Ovarium. — Reste der Urniere und der Urnierengänge.

Besprechungen.

In überaus präziser und übersichtlicher Darstellung findet der Leser nach einer Uebersicht über die Technik einerseits, andererseit die Bakteriologie des Genitalschlauches die pathologisch-anatomischen Veränderungen der gesammten Genitaltraktus vor; durch zahlreiche grösstentheils der Hand des bekannten Münchener Malers Krapf entstammende Zeichnungen wird der Text entsprechend erläutert; was dem Lehrbuch in dieser Hinsicht zu einem besonderen Vorzug gereicht, ist nicht nur die Art der Ausführung der Zeichnungen, sondern die fast ausschliessliche Benutzung von Originalpräparaten des Verf.'s; wir finden hier nicht die bekannten, von einem Lehrbuch zum anderen sich vererbenden, vielfach in schlechterer Reproduktion erscheinenden mikroskopischen Bilder, sondern wirklich neue histologische Abbildungen, was in der That sehr angenehm berührt. *Zeitschr. f. prakt. Aerzte 1897, No. 10.*

Die Ausstattung ist gut; die meist nach eigenen Präparaten angefertigten Zeichnungen sind grösstentheils vorzüglich ausgeführt.

Schmid's Jahrbücher 1897.

Das Buch ist das erste, welches eine den ganzen Genitaltraktus umfassende mikroskopisch-diagnostische Darstellung giebt. Der Verfasser ist bekannt durch Arbeiten in diesem Gebiet, welche allgemeine Anerkennung gefunden haben, und man merkt der ganzen Bearbeitung die selbstständige Forschung an. Die vielen ausgezeichneten Abbildungen sind fast ausnahmslos nach eigenen Präparaten gezeichnet. *Aerztl. Sachverständigen-Zeitg.*

Das vorliegende Buch soll dem für den Praktiker recht fühlbaren Mangel einer kurzen zusammenfassenden Darstellung der normalen und pathologischen Histologie des weiblichen Genitaltraktus abhelfen. Verf. fasst in ihm seine reichen, in zahlreichen Einzelarbeiten bereits litterarisch verwertheten Erfahrungen in sehr geschickter und anregender Form zusammen. — Dass die so erhebliche Anzahl von Textbildern, die ebenfalls fast ausschliesslich eigenen Präparaten des Verfassers entstammen, nicht als verschwommene Mikrophotogramme, sondern in Form vorzüglicher instruktiver und dabei doch naturgetreuer Zeichnungen erscheinen, ist sehr erfreulich. *Deutsche Med.-Zeitg. 1897. No. 25.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse
der

Anatomie und Entwickelungsgeschichte

Unter Mitwirkung von Fachgenossen
herausgegeben von

Fr. Merkel in Göttingen. und **R. Bonnet** in Greifswald.

VI. Band: Ueber das Jahr 1896 ca. M. 24.—.

I. Band: Bericht über das Jahr	**1891**	**M. 25.—.**
II. " " " " "	**1892**	**M. 25.—.**
III. " " " " "	**1893**	**M. 20.—.**
IV. " " " " "	**1894**	**M. 25.—.**
V. " " " " "	**1895**	**M. 25.—.**

Arbeiten
aus

Anatomischen Instituten.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen
herausgegeben von

Fr. Merkel in Göttingen. und **R. Bonnet** in Greifswald.

Die bis jetzt erschienenen 30 Hefte enthalten Arbeiten aus den anatomischen Instituten der Universitäten **Basel, Bern, Breslau, Dorpat, Erlangen, Freiburg, Giessen, Göttingen, Halle, Innsbruck, Kiel, Königsberg, Krakau, Leiden, Marburg, München, St. Petersburg, Rostock, Tomsk, Tübingen, Utrecht, Würzburg, Zürich.**

Ergebnisse
der

Allgemeinen Pathologie

und der

pathologischen Anatomie.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen
herausgegeben von

O. Lubarsch, Rostock. und **R. Ostertag,** Berlin.

I. Jahrgang: Ueber das Jahr 1894.

I. Abtheilung: **Ergebnisse der allgemeinen Aetiologie der Menschen- und Thierkrankheiten.** Preis M. 27.—

II. Abtheilung: **Ergebnisse der allgemeinen pathologischen Morphologie und Physiologie.** Preis M. 18.65

III. Abtheilung: **Ergebnisse der speciellen pathologischen Morphologie und Physiologie des Menschen und der Thiere.** Preis M. 22.—

IV. Abtheilung: **Ergebnisse der speciellen pathologischen Anatomie und Physiologie der Sinnesorgane.** Preis M. 15.40

Das bei der Bearbeitung des ersten Jahrganges vorliegende umfangreiche Material brachte es mit sich, dass derselbe in vier Abtheilungen erscheinen musste. Jeder Band bildet jedoch ein für sich abgeschlossenes Ganze und ist einzeln käuflich.

II. Jahrgang: Bericht über das Jahr	1895	M. 25.—.
III. " " " " "	1896	ca. M. 20.—.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse der Speziellen Pathologischen

Morphologie und Physiologie

des Menschen und der Tiere.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von

O. Lubarsch, Rostock und **R. Ostertag**, Berlin.

Preis Mk. 22.—.

Auszug aus dem Inhaltsverzeichnis.

I. Cirkulationsapparat.

1. **Allgemeine Pathologie des Blutes.** Von R. von Limbeck, Wien.
2. **Krankheiten des Blutes und des Cirkulationssystems bei Tieren.** Von M. Casper, Höchst.

II. Respirationsapparat.

1. **Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie der Nase, des Rachens, Kehlkopfs und der Luftröhre.** Von H. Suchannek, Zürich.
2. **Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie der Lungen und Bronchien.** Von H. Eppinger, Graz.
3. **Pathologie der Atmungsorgane bei Tieren.** Von Stefan von Rátz, Budapest.

III. Verdauungstraktus.

1. **Bakteriologie der Mundhöhle.** Von H. Koerner, Halle a. S.
2. **Pathologie der Zähne, des Zahnfleisches, der Kiefer und des harten und weichen Gaumens.** Von H. Koerner, Halle a. S.
3. **Speiseröhre, Magen und Darm.** Von E. Albrecht, Halle.
4. **Allgemeine Pathologie des Verdauungstraktus.** Von C. A. Ewald, Berlin.
5. **Leber.** Von R. Paltauf, Wien.
6. **Gallenwege und Pankreas.** Von R. Paltauf, Wien.
7. **Verdauungsapparat bei Tieren.** Von M. Casper, Höchst.

IV. Urogenitalapparat.

1. **Harn- und männliche Geschlechtsorgane.** Von L. Jores, Bonn.
2. **Weibliche Geschlechtsorgane.** Von C. Ruge, C. Gebhard und A. Gessner, Berlin.
3. **Harn- und Geschlechtsorgane bei Tieren.** Von M. Casper, Höchst.

V. Stoffwechselregulierungsorgane.

1. **Thymus.** Von G. Ricker, Rostock.
2. **Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie der Nebenniere.** Von O. Lubarsch, Rostock.
3. **Stoffwechselregulierungsorgane bei Tieren.** Von M. Casper, Höchst.

VI. Peripheres und centrales Nervensystem.

1. **Peripherische Nerven.** Von A. Eulenburg, Berlin.
2. **Gehirnhäute und Gehirn.**
 A. Meningitis. Von J. Honl, Prag.
 B. Spezielle pathologische Anatomie des Gehirns. Von J. Hlava, Prag.
 C. Allgemeine pathologische Anatomie des Gehirns Von C. von Monakow, Zürich.
 D. Allgemeine Pathologie des Gehirns. Von Th. Ziehen, Jena.
3. **Rückenmark.** Von Hans Schmaus, München.

VII. Besondere Erkrankungen der Muskulatur bei Haustieren.

Skelettmuskeln. Von M. Casper, Höchst.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Ergebnisse der Allgemeinen Pathologischen

Morphologie und Physiologie.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von

O. Lubarsch, Rostock und **R. Ostertag**, Berlin.

Preis Mk. 18.60.

Auszug aus dem Inhaltsverzeichnis.

Allgemeine Pathologie des Kreislaufs.

A. Allgemeine Kreislaufstörungen.

Allgemeine Kreislaufstörungen. Von F. Martius, Rostock.

B. Spezielle Kreislaufstörungen.

1. **Entzündung.** Von S. Samuel, Königsberg.
2. **Hämorrhagie und Pigmentbildung.** Von M. B. Schmidt, Strassburg i. E.
3. **Thrombose und Embolie.** Von C. J. Eberth, Halle.
4. **Metastase.** Von O. Lubarsch, Rostock.

Allgemeine Pathologie der Ernährung.

A. Regressive Ernährungsstörungen.

1. **Nekrose und Nekrobiose.** } Von H. Schmaus, München, und E. Albrecht, Halle.
2. **Atrophie.** }
3. **Degenerationen.** Von H. Schmaus, München, u. E. Albrecht, Halle u. O. Lubarsch, Rostock.

B. Progressive Ernährungsstörungen.

1. **Regeneration und Hypertrophie.** Von L. Aschoff, Göttingen.
2. **Entzündliche Neubildung.** Von R. Paltauf, Wien.
3. **Cysten.** Von E. Marckwald, Halle.
4. **Hyperplasie und Geschwülste.** Von O. Lubarsch, Rostock.

A. Bindesubstanzneubildungen. 1. Fibrome. 2. Lipome und Xanthome. 3. Myxome. 4. Enchondrome. 5. Osteome. 6. Myome, a) Rhabdomyome, b) Leiomyome. 7. Gliome und Neurome. 8 Hämangiom. und Lymphangiom. 9. Sarkome.

B. Epitheliale Neubildungen. 1. Epitheliome und Papillome. 2. Adenome und Carcinome, a) Adenome, b) Carcinome.

1. Anatomie und Physiologie der Carcinome. 2. Histogenese des Carcinoms. 3. Ätiologie des Carcinoms. 4. Metastasen und Recidive. 5. Verhalten der Nachbarschaft. 6. Bedeutung des Carcinoms für den Gesamtorganismus. 7. Wesen der Neubildung.

C. Zur Ätiologie der Geschwülste vom klinischen Standpunkt. Von C. Schimmelbusch, Berlin.

D. Teratologie. Von C. Benda, Berlin.

I. Entwickelungsmechanische Experimente.

II. Ergebnisse der entwickelungsmechanischen Experimente für die Teratologie.

III Allgemeine Folgerungen der entwickelungsmechanischen Experimente.

Allgemeine Pathologie des Stoffwechsels.

1. **Pathologie der Autointoxikationen.** Von Fr. Kraus, Graz, und Gg. Honigmann, Wiesbaden.

A. Ursachen der Autointoxikationen. B Die Autointoxikationen des intermediären Stoffwechsels. Der Säurestoffwechsel. C. Säureintoxikationen, Physiologische Bedeutung der Alkalien. D. Die Krankheitsformen des Menschen, in deren Verlauf Säureautointoxikation infolge von Anhäufung der β-Oxybuttersäure und der ihr verwandten Verbindungen eintritt. E. Die Harnsäurediathese. F. Die Alkaptonurie. G. Die „interne“ Sekretion und die Autointoxikation H. Die Cachexia thyroïdiana. Von Fr. Kraus, Graz. J. Die Urämie. Von G. Honigmann, Wiesbaden.

2. **Fieber.** Von Fr. Kraus, Graz.

Fleischmann, Albert,

Lehrbuch der Zoologie nach morphogenetischen Gesichtspunkten

Wiesbaden 1898

Bamberg, Staatsbibliothek -- Zool.o.16-e
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11850155-5